

Die im Januar 2016 veröffentlichte Studie wurde im August 2018 um Hinweise zur Einordnung der Werte in den Kontingenzsturentafeln der Länder ergänzt. Bitte beachten Sie die Erläuterungen vor Beginn des Hauptteils und zu Beginn von Anhang A.

Physik in der Schule

Anhänge

Eine Studie der Deutschen Physikalischen Gesellschaft e. V.

Januar 2016



Diese Studie wurde gefördert durch die Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung.

Physik in der Schule

Anhänge

Autorengruppe der DPG

Die Studie besteht aus vier Teilen

Zusammenfassung	14 Seiten	} gedruckt in einem Band
Hauptteil	145 Seiten	
Anlage Basiskonzepte	54 Seiten	
Anhänge	239 Seiten	

Diese vier Dokumente können von der Internetseite der DPG

<https://www.dpg-physik.de/veroeffentlichung/broschueren/studien.html> heruntergeladen werden. Sie sind für die Lektüre am Bildschirm untereinander verlinkt, wenn sie in einem gemeinsamen Ordner abgelegt werden.

Erstfassung Januar 2016

Vorbemerkungen zu Anhang A eingefügt: August 2018

Impressum

Koordinatoren

Ingolf Hertel

Berlin

Siegfried Großmann

Marburg

Weitere Mitglieder der Autorengruppe

Gunnar Berg

Halle

Franz Eisele

Heidelberg

Roger Erb (bis 14.8.2015)

Frankfurt

Helmut Fischler

Berlin

Steffen Harke

Berlin

Rudolf Lehn

Bad Saulgau

René Matzdorf

Kassel

Jennifer Pfennig

Berlin

Peter Reineker

Ulm

Peter Richter (†19.5.2015)

Bremen

Dieter Röß

Hößbach

Lutz-Helmut Schön

Berlin & Wien

Michael Sinzinger

Regensburg

Thomas Trefzger

Würzburg

Rita Wodzinski

Kassel

Herausgeber

Deutsche Physikalische Gesellschaft e.V. (DPG)

Hauptstraße 5

53604 Bad Honnef

Germany

Tel. 02224-9232-0

Fax 02224-9232-50

dpg@dpg-physik.de

<http://dpg-physik.de/index.html>

Berlin Office: Magnus-Haus

Am Kupfergraben 7

10117 Berlin

Germany

Tel. 030-201748-0

Fax 030-201748-50

magnus@dpg-physik.de

<http://dpg-physik.de/dpg/magnus/index.html>

Inhaltsverzeichnis

A	Studentafeln Physik	1
A.1	Sekundarstufe I	2
A.2	Gymnasiale Oberstufe	5
A.3	Zur Korrelation von Stundenzahlen und Fähigkeiten	7
B	Übersicht Lehrpläne	9
	Themenübersicht Sek I und Sek II	21
C	Einzelheiten der Lehrpläne	25
C.1	Baden-Württemberg	26
C.2	Bayern	37
C.3	Berlin	44
C.4	Brandenburg	51
C.5	Bremen	57
C.6	Hamburg	64
C.7	Hessen	71
C.8	Mecklenburg-Vorpommern	83
C.9	Niedersachsen	89
C.10	Nordrhein-Westfalen	96
C.11	Rheinland-Pfalz	102
C.12	Saarland	109
C.13	Sachsen	115
C.14	Sachsen-Anhalt	122
C.15	Schleswig-Holstein	129
C.16	Thüringen	136
D	Zur Analyse der Lehrpläne	143
1	Optik	144
2	Elektrizität	145
3	Elektronik	146
4	Mechanik	147
5	Akustik	149
6	Spezielle Relativitätstheorie	149
7	Wärme und Temperatur	149
8	Struktur der Materie (Atome, Kerne)	151
9	Struktur der Materie	151

10	Quantenphysik	152
11	Astrophysik und Kosmologie	152
12	Übergreifend	153
E	Internationaler Vergleich	155
E.1	PISA	155
E.2	USA: Next Generation Science Standards (NGSS)	157
E.3	USA: College Ready Physics Standards	161
E.4	Finnland	162
E.5	Schweiz	163
E.6	Schweden	165
E.7	Australien	166
E.8	Neuseeland	167
F	Erhebung zur Lehrerfortbildung	169
G	Aspekte des Physikunterrichts	173
G.1	Exemplarisches Lehren und Lernen	173
G.2	Natur der Naturwissenschaften – Nature of Science (NOS)	174
G.3	Checkliste für mädchengerechtes Verhalten	178
G.4	Unterrichtsmethoden im Physikunterricht	180
G.5	Zu John Hatties „Visible Learning for Teachers“	183
G.6	Zu Fachsystematisch gegliederten Lehrplänen	187
H	Naturwissenschaften und Technik	191
H.1	Zur Historie	191
H.2	Struktur und Einordnung	192
I	Auszug aus der KFP-Empfehlung	197
J	Simulationen im Internet	199
J.1	Kriterienkatalog für Animationen	199
J.2	Tabelle mit URLs zu Simulationen im Internet	201
K	Anerkennung besonderer Lernleistungen	203
	Anhang zum Anhang	211
	Akronyme und Glossar	211
	Quellenverzeichnis	229

Vorbemerkungen, eingefügt im August 2018

Stundentafeln legen die Anzahl von Schulstunden für die verschiedenen Unterrichtsfächer fest oder definieren Bandbreiten bzw. Minimalwerte, anhand derer die Schulen die Unterrichtsanteile der einzelnen Fächer festzulegen haben. Für diese Studie haben wir die von den zuständigen Landesministerien bis etwa Mitte 2015 öffentlich zugänglich gemachten Richtlinien aller 16 Bundesländer ausgewertet und miteinander verglichen, um einschätzen zu können, wie viel Zeit tatsächlich für den Physikunterricht in den weiterführenden Schulen verfügbar ist. Mit den Tabellen dieses Anhangs versuchen wir einen gewissen Überblick zu geben, wobei sich eine große Regelungsvielfalt in den einzelnen Bundesländern offenbart.

Eine Reihe von Fußnoten in den Tabellen erläutert, wie die Stundenzahlen aus den veröffentlichten Vorschriften ermittelt wurden. Sofern detaillierte Angaben fehlten, wurden plausible Mittelwerte eingesetzt – so z.B. bei der anteiligen Zuordnung von fachübergreifendem Unterricht (NaWi u.ä.) zu Themenbereichen der Physik und bei mehrere Jahrgänge übergreifenden Vorgaben.

Nach der Erstveröffentlichung der Studie im Januar 2016 erreichten uns zahlreiche Rückmeldungen zu diesem Zahlenmaterial, welche die Komplexität der Situation in einzelnen Bundesländern deutlich machten und die von uns ermittelten Stundenzahlen kritisch hinterfragten. Insbesondere wurde darauf hingewiesen, dass es sich bei den von den Landesministerien veröffentlichten Stundendeputaten häufig *eher um Minimalwerte* handle.

Daher weisen wir an dieser Stelle noch einmal ausdrücklich darauf hin, dass die Stundentafeln auch innerhalb einzelner Bundesländer je nach Schultyp und fachspezifischem Schwerpunkt meist noch eine große Varianz aufweisen. Zum Teil werden auch den Schulen selbst noch erhebliche Spielräume bei der Gestaltung der Stundenpläne eingeräumt. Diese Vielfalt ließ sich – ebenso wie etwaige zeitliche Varianzen – in den nachfolgenden Übersichtstabellen nicht im Detail darstellen. Da es im Hauptteil der Studie darum geht, von welcher Mindeststundenzahl ein bundesweit verbindlicher Lehrplan Physik ggf. ausgehen könnte bzw. sollte, haben wir Stundendeputate für „naturwissenschaftliche Zweige“ (o.ä.) hier grundsätzlich nicht berücksichtigt. Die hier zusammengestellten Stundenzahlen sind also *in der Regel Minimalwerte*, und die tatsächlichen Stundenzahlen Physik können in einer konkreten Schule deutlich von Tab. [A.1](#) bis [A.6](#) abweichen.

Auch zeigt sich, dass die Studentafeln keine unveränderlichen Größen darstellen, sondern sich vielerorts im Fluss befinden. Zusätzlich erschwerend für eine Übersicht kommt die Umstellung von G9 nach G8 hinzu – und die gerade wieder aktuelle Diskussion um die Rückkehr nach G9 verkompliziert die Situation weiter. Der Vergleichbarkeit wegen rechnen wir in den Tabellen Jg. 10 (Voraussetzung für den MSA) grundsätzlich zur Sek I. Allerdings übernimmt die 10. Klasse im Falle von G8 inzwischen häufig die Funktion der Einführungsphase für die gymnasiale Oberstufe, sodass diese Stunden derzeit in mehreren Bundesländern zu Sek II gerechnet werden.

Nun soll dieser Anhang ja lediglich als grober Orientierungsrahmen für das verfügbare Stundendeputat Physik in den weiterführenden Schulen in unseren Bundesländern dienen – ohne jeden Anspruch, ein exaktes Abbild der vielfältigen Realisierungsmöglichkeiten in der Schulpraxis darzustellen. **Vor diesem Hintergrund ist festzuhalten:**

- Wenn man versucht, die uns aus einer Reihe von Bundesländern zugegangenen Änderungsvorschläge in die nachfolgenden Tabellen zu integrieren, so zeigen die über alle Bundesländer gemittelten Werte für die Wochenstunden im Schulfach Physik (letzte Zeile, letzte Spalte in den Tabellen) nur kleine Änderungen im Nachkommabereich.
- Ebenfalls unabhängig von solchen Korrekturen ist die Grundaussage der nachfolgenden Zusammenstellung: Es gibt eine *erhebliche Regelungsvielfalt mit oft großen Bandbreiten von Stundenzahlen für das Fach Physik* in den 16 Bundesländern. Dringend wünschenswert wäre eine Harmonisierung der Studentafeln, orientiert an den jeweils höchsten Werten in der Spalte „Summe“ der folgenden Tabellen.

Unter Berücksichtigung der geschilderten Komplexität, Vielfalt und zeitlichen Variabilität der Daten hat der Vorstand der DPG daher entschieden, derzeit keine Änderungen am Zahlenwerk der nachfolgenden Tabellen vornehmen und lediglich die hier gemachten Vorbemerkungen einfügen zu lassen.

Außerdem geben wir hier folgende, ergänzenden Hinweise:

1. Gegenüber der Erstveröffentlichung wurde in Zitat **NORDRHEIN-WESTFALEN (2012)** die Jahreszahl richtiggestellt und in **NORDRHEIN-WESTFALEN (2013b)** die inzwischen aktualisierte URL eingefügt.
2. In Tab. **A.3** muss die 2. Reihe ersetzt werden durch
Bayern BY 0,00 0,00 0,00 2,00 2,00 2,00 6,00
der Mittelwert (letzte Reihe) wird 7,92 *nWStd*.
3. Die *Leistungspunkte des IQB* in Tab. **A.7** wie auch in Abb. **A.1** beziehen sich auf alle Schulformen, die *nWStd* hingegen nur auf die gymnasialen Mindestwerte.

Erstveröffentlichung Januar 2016

Stundentafeln legen die Anzahl von Schulstunden für die jeweiligen Unterrichtsfächer fest, bzw. definieren einen Rahmen innerhalb dessen die Schulen die Unterrichtsanteile festzulegen haben. Diese Stundentafeln sind nicht einfach zu überschauen und scheinen aktuell auch in einigen Ländern im Fluss zu sein.

Die hier kommunizierten Zusammenstellungen der Stundentafeln basieren auf folgenden Quellen: [BADEN-WÜRTTEMBERG \(2001, 2004b,a, 2012\)](#), [BAYERN \(2007c,a, 2013\)](#), [BERLIN \(2015, 2010b,a\)](#), [BRANDENBURG \(2014, 2007, 2009\)](#), [BREMEN \(2013b,a\)](#), [HAMBURG \(2007, 2009a, 2011c\)](#), [HESSEN \(2011, 2013\)](#), [MECKLENBURG-VORPOMMERN \(2014, 2009\)](#), [NIEDERSACHSEN \(2005, 2014, 2013a,b,c\)](#), [NORDRHEIN-WESTFALEN \(2012, 2013b\)](#), [RHEINLAND-PFALZ \(2008, 2010b\)](#), [SAARLAND \(2007, 2012b,c\)](#), [SACHSEN \(2008a, 2013\)](#), [SACHSEN-ANHALT \(2013, 2005\)](#), [SCHLESWIG-HOLSTEIN \(2007, 2013a\)](#), [THÜRINGEN \(2011\)](#).

A.1 Sekundarstufe I

Tab. A.1: Gymnasien Angegeben ist die Anzahl nominale Wochenstunden pro Schuljahr im Fach Physik nach den Landesverordnungen (1 WStd = 45 min *pro Schulwoche*)

Bundesland		Jg.						Summe
		5	6	7	8	9	10 ¹⁾	WStd
Baden-Württemberg ^{2,4)}	BW	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	8,28
Bayern	BY	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	9,00
Berlin ^{2,3)}	BE	1,33	1,33	1,33	1,33	2,00	2,00	9,33
Brandenburg ^{2,3)}	BB	1,50	1,50	1,67	1,67	1,67	1,67	9,67
Bremen ²⁾	HB	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40		7,00
Hamburg ²⁾	HH	0,79	0,79	1,05	1,05	1,05	1,05	5,78
Hessen	HE	0,67	0,67	1,78	1,78	1,78	1,00	7,68
Mecklenburg-Vorpommern ²⁾	MV	0,83	0,83	1,67	1,67	1,67	2,5	9,17
Niedersachsen	NI	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	9,00
Nordrhein-Westfalen ^{2,1)}	NW	1,00	1,00	1,50	1,50	1,50	1,50	8,00
Rheinland-Pfalz ²⁾	RP	1,17	1,17	1,75	1,75	1,75	1,75	9,33
Schleswig-Holstein ²⁾	SH	1,00	1,00	1,50	1,50	1,50	1,50	8,00
Saarland ²⁾	SL	1,00	0,67	2,00	2,00	2,00	2,00	9,67
Sachsen	SN	0,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	10,00
Sachsen-Anhalt	ST	0,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	10,00
Thüringen ²⁾	TH	1,00	1,00	1,50	1,50	1,50	1,50	8,00
Mittelwert (<i>nWStd</i>)								8,62

¹⁾ Jg. 10 wird bei G8 in den meisten Bundesländern inzwischen zur Sekundarstufe II gerechnet

²⁾ In einigen Ländern sind nur jahrgangsübergreifende Kontingente festgelegt. Hier sind die Durchschnittswerte angegeben.

³⁾ Stundenzahlen für Jgg. 5 und 6 ergeben sich aus den Verordnungen für Grundschulen

⁴⁾ ab 2016 geplant: Summe 9 WStd nach [Kontingentsstudentafel Gymnasium](#)

Kontingente ergeben sich aus 1/3 des Gesamtkontingents für das Fach Naturwissenschaften bzw. „Natur und Technik“ (BY).

Kontingente ergeben sich aus 1/4 des Gesamtkontingents für Naturwissenschaften und Technik (HH) bzw. 1/2 des Gesamtkontingents „Physik/Chemie/Biologie/Astronomie“ (MP)

Tab. A.2: Gesamtschulen/Sekundarschulen* Angegeben ist die Anzahl nominale Wochenstunden pro Schuljahr im Fach Physik nach den Landesverordnungen. Fußnoten s. Tab. A.1 (1 WStd = 45 min *pro Schulwoche*)

Bundesland		Jg.						Summe
		5	6	7	8	9	10	WStd
Berlin ²⁾	BE	1,33	1,33	1,33	1,33	2,00	2,00	9,33
Brandenburg ^{1, 2)}	BB	1,50	1,50	1,50	1,50	1,33	1,33	8,67
Bremen ¹⁾	HB	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	7,98
Hamburg ¹⁾	HH	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	4,50
Hessen	HE	0,67	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	5,34
Mecklenburg-Vorpommern ¹⁾	MP	0,83	0,83	1,62	1,62	1,62	1,62	8,14
Niedersachsen	NI	1,33	1,33	1,33	1,33	1,00	1,00	7,33
Nordrhein-Westfalen ¹⁾	NW	1,00	1,00	1,17	1,17	1,17	1,17	6,67
Rheinland-Pfalz ¹⁾	RP	1,17	1,17	1,33	1,33	1,33	1,33	7,67
Sachsen-Anhalt	ST	0,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	10,00
Thüringen ¹⁾	TH	0,67	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	5,34
Mittelwert (<i>nWStd</i>)								8,18

* Wir reihen die sogenannte „Stadtteilschulen“ in Hamburg in diese Kategorie von Schulen ein.

A.2 Gymnasiale Oberstufe

Tab. A.5: Physik Mindestbelegung in nominale Wochenstunden in der gymnasialen Oberstufe
1 WStd = 45 min *pro Schulwoche*

Bundesland		nWStd		Erfordernisse für Abitur*
		G8	G9	
Baden-Württemberg	BW	0	0	2 NaWi in EP und QP
Bayern	BY	0	0	1 NaWi in EP und QP
Berlin	BE	0	2	Physikpflicht in der EP, 1 NaWi in QP
Brandenburg	BB	0	0	2 NaWi in EP und QP
Bremen	HB	0	2	Physikpflicht in der EP, 1 NaWi in QP
Hamburg	HH	0	0	2 NaWi in EP und QP
Hessen	HE	0	2	Physikpflicht in der EP, 1 NaWi in QP
Mecklenburg-Vorpommern	MV	0		1 NaWi in QP
Niedersachsen	NI	0	2	Physikpflicht in der EP, 1 NaWi in QP
Nordrhein-Westfalen	NW	0	0	1 NaWi in EP und QP
Rheinland-Pfalz	RP	0	0	1 NaWi in EP und QP
Saarland	SL	0	0	1 NaWi in EP und QP
Sachsen	SN	4		Physik ist Pflicht-GK
Sachsen-Anhalt	ST	0	2	Physikpflicht in der EP, 1 NaWi in QP
Schleswig-Holstein	SH	0	0	2 NaWi in EP, 1 NaWi in QP
Thüringen	TH	0	0	2 NaWi mind., 1 × m. erh. Niveau in QP

* Mindestanforderungen für Zulassung zum Abitur

EP Einführungsphase

GK Grundkurs

QP Qualifikationsphase

Länder, in denen Physik zumindest in G9 belegt werden muss

Tab. A.6: Optionen für Physik Belegung

Die Zahlen in den Spalten geben die nominalen Wochenstunden Physik in der gesamten Oberstufe an, spezifiziert für G8 bzw. G9 (bei G9 gibt es z.T. unterschiedliche Belegungen in der Einführungsphase, Jg. 11, und in der Qualifikationsphase, Jgg. 12 und 13)

Physik im **grundlegenden Anforderungsniveau**: Die Schüler haben sich entschieden, Physik weiterhin als eine Naturwissenschaft zu belegen.

In Klammern: Physik belegt im **erhöhten Anforderungsniveau**; in drei Bundesländern gibt es keine Unterschiede in der WStd Zahl für das gehobene Niveau

Bundesland		nWStd	
		G8 (Kl. 11/12)	G9 (Kl. 11-13)
Baden-Württemberg	BW	4 (8)	6 (10)
Bayern	BY	6	9
Berlin	BE	6 (10)	8 (12)
Brandenburg	BB	4 (8)	6 (11)
Bremen	HB	4 (10)	6 (12)
Hamburg	HH	4 (8)	6 (10)
Hessen	HE	6 (8)	8 (10)
Mecklenburg-Vorpommern	MV	8	
Niedersachsen	NI	8	10
Nordrhein-Westfalen	NW	6 (10)	9 (13)
Rheinland-Pfalz	RP	6 (10)	9 (15)
Saarland	SL	8 (10)	10 (12)
Sachsen	SN	4 (10)	
Sachsen-Anhalt	ST	4 (8)	6 (10)
Schleswig-Holstein	SH	6 (8)	9 (11)
Thüringen	TH	4 (8)	5 (9)
Mittelwerte (nW Std)		5,5 (8,68)	7,64 (11,00)
Wochenstunden pro Jahr		2,75 (4,43)	2,55 (3,67)

A.3 Zur Korrelation von Stundenzahlen und Fähigkeiten

Am 11. Oktober 2013 wurden die Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs in Mathematik und den Naturwissenschaften 2012 auf einer Pressekonferenz im Sekretariat der Kultusministerkonferenz in Berlin vorgestellt (PANT *et al.*, 2013). An dem Vergleichstest nahmen 44.500 Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe aus über 1.300 Schulen aller Bundesländer teil. Getestet wurden die Leistungen in den Kompetenzbereichen „Fachwissen“ und „Erkenntnisgewinnung“. Im Zusammenhang mit den hier zusammengestellten, in den Stundentafeln der Bundesländer ausgewiesenen Wochenstundenzahlen erscheint es interessant, die vom IQB in dieser Testung ermittelten, physikbezogenen Leistungen mit den nominalen Wochenstundenzahl (summiert über die gesamte Sek I) zu vergleichen und auf eine Korrelation zu prüfen.

Ein alternativer Vergleich, etwa mit PISA Daten, erscheint wenig sinnvoll, da hierbei bundeslandspezifische Daten bisher nur im Jahr 2000 erhoben wurden, und die Leistungen in allen naturwissenschaftlichen Fächern gemeinsam getestet wurden, also nicht direkt vergleichbar sind.

Tab. A.7: Ländervergleich der nominalen Wochenstunden Physikunterricht in der Sek I nach Tab. A.1 und des Leistungspunkte nach IQB 2012 für das Schulfach Physik (Daten nach SPIEGEL-ONLINE, 2013)

Bundesland	nWStd Physik in Sek I	Leistungspunkte des IQB (2012)
Hamburg	5,7	482
Bremen	7	482
Hessen	7,68	496
Nordrhein-Westfalen	8	476
Schleswig-Holstein	8	504
Thüringen	8	539
Baden-Württemberg	8,28	502
Bayern	8,28	515
Niedersachsen	9	500
Mecklenburg-Vorpommern	9,17	516
Berlin	9,33	491
Rheinland-Pfalz	9,33	505
Brandenburg	9,67	529
Saarland	9,67	497
Sachsen	10	544
Sachsen-Anhalt	10	534

Tabelle A.7 und Abb. A.1 mit der linearen Interpolation zeigen eine durchaus deutliche Korrelation, $K(Punkte, nWStd) = 0,58$ zwischen den Ergebnissen des IQB (2012) Ländervergleichs und der nominalen Wochenstundenzahl Physikunterricht in der Sek I – auch wenn es ganz offensichtlich noch (viele) weitere Einflussfaktoren auf die Physikleistungen der Schüler gibt, die wir hier aber nicht untersuchen können (die Daten sind der Aufbereitung von SPIEGEL-ONLINE, 2013, entnommen).

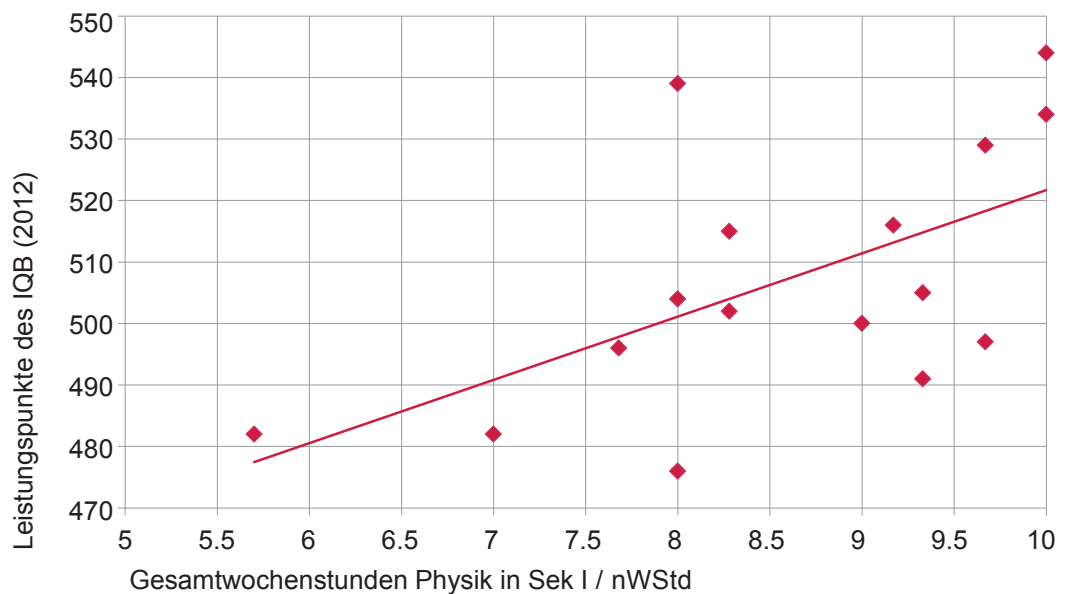


Abb. A.1: Graphische Darstellung des Ländervergleichs nach Tab. A.7: IQB Leistungspunkte 2012 als Funktion der nominalen Wochenstundenzahl Physikunterricht in der Sek I. Die Rauten geben die Einzelergebnisse in den Bundesländern, die Gerade ist der *Least-Squares-Fit* durch diese Datenpunkte. Der Korrelationskoeffizient ist $K = 0,58$

Übersicht über die Lehrpläne der Bundesländer



Hier folgt eine Gesamtübersicht über alle Bundesländer. Spezifische Details für jedes der 16 Bundesländer sind in Anhang [C](#) zusammengestellt.¹

¹Nicht enthalten in dieser Gesamtübersicht sind die aktuell geplanten bzw. eingeführten Änderungen für die [Sek I](#) in Baden-Württemberg, Hessen und Berlin. Einzelübersichten zu den beiden ersten findet man aber in den Anhängen [C.1.2](#) bzw. [C.7.2](#).

Tab. B.1: Länderübersicht. Für die Länder werden die in den vorangehenden Tabellen eingeführten Abkürzungen benutzt. In den Länderspalten sind die dort jeweils vorgesehen Jahrgangsstufen benannt, in denen das jeweils in der Themenspalte genannte Thema laut Lehrplänen behandelt werden soll. Die Kürzel **GK**, **QG**, **11G**, **12G** bzw. **LK**, **QL**, **11L**, **12L** stehen für Grund- bzw. Leistungskurse in der Oberstufe; in Rheinland-Pfalz wird die Einführungsphase der Qualifikationsphase (EG und QG bzw. EL und QL) unterschieden. Ein nachgestelltes „NT“ (in Bayern) bedeutet, dass es dieses Angebot nur im Naturwissenschaftlich-Technischen Gymnasium gibt. Die Quellenangaben werden bei den jeweiligen Ländern in Anhang C aufgeführt.

Thema		Bundesland															
		BW	BY	BE	BB	HB	HE	HH	MP	NI	NW	RP	SL	SN	ST	SH	TH
1	Optik																
1.1	Lichtquellen und Lichtausbreitung	8, 9, 12G, 12L	5, 7	5/6, 7/8	5/6, 7/8	7/8, GK, LK	6	5/6, 7/8	5/6	5/6	5/6	7	7	6, 10, 12L	6, 10	5/6, 7	7/8, 12G, 12L
1.2	Absorption und Streuung des Lichts	8, 12G								5/6		7	12G	12G		5/6, 12G	
1.3	Reflexion des Lichts	8, 12G	7	5/6, 7/8, 9/10	5/6, 9/10	7/8	7	7/8	5/6	5/6	5/6, 7-9	7	7, 9	6, 10, 12G, 12L	6	5/6	7/8, 11, 12G, 12L
1.4	Brechung von Licht	8, 12G	7	5/6, 7/8, 9/10	5/6, 9/10	7/8	7	7/8	5/6	5/6	7-9	7	9	6, 10, 12G, 12L	6, 10	8	7/8, 11, 12G, 12L
1.5	Abbildung durch Öffnungen und Linsen		5, 7	5/6, 7/8, 9/10	5/6, 9/10	7/8	6, 7	7/8		5/6	7-9	5/6	5/6, 7, 9	6	6, 10	7, 8	7/8, 11, 12G, 12L
1.6	Optische Instrumente	6	7	5/6, 9/10	5/6	5/6, GK, LK	7	7/8	5/6	5/6	7-9	5/6	5/6, 9	6, 10	6, 10	8	5/6, 7/8, 12G, 12L
1.7	Das Auge	12G, 12L	5, 7	5/6, 7/8, 9/10	5/6	7/8				5/6	7-9	5/6	9	6	6, 10	8	7/8

Tab. B.1: Übersicht Lehrpläne Bundesländer – Fortsetzung

Thema	Bundesland															
	BW	BY	BE	BB	HB	HE	HH	MP	NI	NW	RP	SL	SN	ST	SH	TH
1.8 Farben, Spektrum	12G, 12L	5, 7, 11	5/6	5/6, 9/10, 11G, 11L	7/8, GK, LK	6, 8	7/8		5/6	7-9		9, 12G	6, 10	6, 10	8, 11, 12L	12G, 12L
1.9 Licht als elektromagnetische Welle, Spektrum	12G, 12L	11	5/6, 7/8, 9/10, 11	9/10, 11G, 11L	GK, LK	8, 11G, 11L	11/ 12	11/ 12	GK, LK	QG, QL	QG, QL	9, 12G	6, 10, 12G, 12L	6, 10, 11/ 12G, 11/ 12L	8, 11, 12G, 12L	12G, 12L
1.10 Beugung und Interferenz	12G, 12L	11	9/10, 11	9/10, 11G, 11L	GK, LK	11G, 11L	11/ 12	11/ 12	GK, LK	QG, QL	QG, QL	12G	10, 12G, 12L		11, 12G, 12L	12G, 12L
1.11 Polarisation			11	11L	GK, LK	11L	11/ 12	11/ 12	GK, LK		QL		12G, 12L			12G, 12L
2 Elektrizität																
2.1 Strom und einfache Stromkreise	6, 10, 12G, 12L	7	7/8, 9/10	7/8	5/6, 9	7, 8	5/6, 7/8	7-9, 11/ 12	5/6, 7/8	5/6	5/6, 8, 9	7, 9	6, 7	7/8	5/6, 7, 9	7/8
2.2 Permanentmagnetismus, statisches magn. Feld	6, 8, 10, 12G, 12L	7	5/6, 7/8, 11	5/6, 7/8, 9/10, 11G, 11L	9, GK, LK	6, 11G, 11L		7-9, 11/ 12	5/6, 7/8, GK, LK	5/6, QG, QL	8, EL, QG, QL	7, 11G	7, 11G, 11L	7/8, 11/ 12G, 11/ 12L	5/6, 8, 12G, 12L	9/10, 12G, 12L
2.3 Wirkungen des elektrischen Stroms	6	7	7/8	7/8	5/6, 7/8, 9	7	7/8	7-9	5/6	5/6	5/6, 9	7		7/8	5/6	7/8
2.4 Elektrische Grundgrößen, OHM'sches Gesetz	8, 10, 12G, 12L	7	7/8, 9/10	7/8	7/8, 9, LK	8	9/10	7-9	7/8, GK, LK	5/6, 7-9, QG	8, 9, EL, QG	9	7, 8	7/8, 11/ 12L	7, 9	7/8, 11

Thema	Bundesland															
	BW	BY	BE	BB	HB	HE	HH	MP	NI	NW	RP	SL	SN	ST	SH	TH
2.5	Komplexere Stromkreise		9/10	7/8	9	8		7-9, 11/12	7/8	7-9		9, 11G	7	7/8	7, 9	7/8, 11
2.6	Widerstand und spezifischer Widerstand	6, 12G	7/8	5/6, 7/8, 9/10, 11	5/6, 7/8, 9	7, 8	9/10	7-9	5/6	5/6	5/6, 9	7	6, 8	9	5/6, 7	7/8
2.7	Elektrische Arbeit und Leistung	12L	8	7/8, 9/10	7/8	9	5/6, 7/8, 9/10	7-9, 11/12	7/8, 10	5/6, 7-9, QG	5/6, 8, 9	9	8, 11L	7/8, 11/12L	5/6	7/8, 9/10
2.8	Elektromagnetismus, Magnetische Felder, Spule	10, 12G, 12L	9, 11	9/10, 11	9/10, 11G, 11L	9, 11G, 11L			5/6, GK, LK	5/6, QG, QL	8, QG, QL	7, 11G	7, 9, 11G, 11L	7/8, 9, 11/12G, 11/12L	5/6, 7, 10, 12G, 12L	9/10, 12G, 12L
2.9	Ladungen und elektrische Felder	8, 10, 12G, 12L	9, 11	7/8, 11	7/8, 9/10, 11G, 11L	7/8, GK, LK		11/12	GK, LK	7-9, QG, QL	8, EL, QG	11G	11G, 11L	7/8, 11/12G, 11/12L	9, 12G, 12L	7/8, 12G, 12L
2.10	Kraft auf elektrischen Strom, Elektromotor	8, 10, 12G, 12L	9	9/10	9/10, 11G	8		7-9	7/8	7-9	9	9		7/8	5/6, 8	9/10
2.11	Glühelektrischer Effekt				11G										8	
2.12	Bewegte Ladungen in Feldern	10, 12L	9, 11	7/8, 11	7/8, 11G, 11L	11G, 11L	11/12	7-9, 11/12	GK, LK	QL	EL, QL	9, 11G	11G, 11L	11/12G, 11/12L	10, 12G, 12L	12G, 12L

Tab. B.1: Übersicht Lehrpläne Bundesländer – Fortsetzung

Thema		Bundesland															
		BW	BY	BE	BB	HB	HE	HH	MP	NI	NW	RP	SL	SN	ST	SH	TH
3.3	Transistor				9/10	GK, LK						QG		9	9	9, 12L	7/8
3.4	Einfache Schaltungen	12G, 12L	9NT		9/10							QG, QL		11L	9	9, 12L	
3.5	Mikroelektronik		9NT													12L	
4	Mechanik																
4.1	Masse, Volumen und Dichte	8, 10, 12G		5/6, 7/8	5/6, 7/8, 9/10	7/8, 10	6, 8, 10	7/8	7-9, 10, 11/ 12	7/8	7-9, E (10)	7	7, 10	6, 9, 11G	6, 7/8, 9, 11/ 12G, 11/ 12L	8, 9, 11	7/8
4.2	Kraftarten	10, 12G	7	5/6, 7/8	7/8, 9/10	7/8	8, 10	7/8	7-9	7/8	E (10)	7, EG		7, 9, 11L	7/8	9	7/8, 11
4.3	Kraft und Masse	8, 10, 12G, 12L	7, 9	5/6	7/8, 9/10	7/8	8, 10	7/8, 9/10	7-9	7/8, 10	7-9, E (10)	7	8, 10	7	7/8	11	7/8, 9/10, 11
4.4	HOOKE'sches Gesetz		7	5/6, 7/8	7/8, 9/10	7/8	8	7/8	7-9	7/8			8	7	7/8	7	7/8, 11
4.5	Kräfteaddition und Zerlegung		7, 9	7/8	7/8, 9/10	7/8, 10	8	7/8	7-9, 10	7/8	7-9	7, EG	8	7, 11G, 11L	7/8, 11/ 12G, 11/ 12L	9	7/8, 9/10, 11
4.6	Grundgrößen der Kinematik	8, 10, 12G	7, 9	5/6, 7/8, 9/10	5/6, 7/8, 9/10	5/6, 7/8, 10	8, 10	5/6, 7/8	10	7/8	7-9, E (10)	5/6, 7, EG, EL	7, 10	6, 9, 11G, 11L	6, 9, 11/ 12G, 11/ 12L	7, 9, 11	5/6, 9/10, 11

Tab. B.1: Übersicht Lehrpläne Bundesländer – Fortsetzung

Thema		Bundesland															
		BW	BY	BE	BB	HB	HE	HH	MP	NI	NW	RP	SL	SN	ST	SH	TH
4.16	KEPLER'sche Gesetze		10	11	11G				11/ 12				11G		11/ 12G, 11/ 12L	11	11
4.17	Druck	6,8, 10, 12G		5/6, 7/8	7/8	5/6, GK, LK	8		7-9		7-9		8	8	7/8	8	7/8
4.18	Auftrieb	6	8NT	5/6, 7/8	5/6, 7/8	7/8	6, 8		5/6		7-9	QG, QL	8	7, 8	7/8	8	5/6, 7/8
4.19	Strömungslehre				5/6				5/6					7	7/8	5/6	5/6, 9/10
4.20	Mechanische Schwingungen	12G	10, 10NT	9/10	5/6, 9/10, 11L	GK, LK	11G, 11L		10	GK, LK	E (10), QG	7, QG, QL	11G	6,10, 12L	10	11, 12L	9/10, 12G, 12L
4.21	Gekoppelte Schwingungen	12L		9/10	9/10, 11L	GK, LK	11G, 11L		10	GK, LK	E (10), QG	QG, QL	11G	12L	10	11, 12L	9/10
4.22	Mechanische Wellen	12G, 12L	10	9/10, 11	9/10, 11G, 11L	GK, LK	11G, 11L	11/ 12	10	GK, LK	E (10)	QG, QL	11G	10	10	9,11, 12L	9/10, 12G, 12L
4.23	Deterministisches Chaos, Nichtlineare Dynamik	10, 12G, 12L	10NT		12G, 12L		12G, 12L					QG, QL		12L	11/ 12L		
5 Akustik																	
5.1	Akustische Phänomene		5	5/6, 9/10	9/10, 11L	7/8, GK, LK	8, 11G	5/6, 7/8	10	GK, LK	5/6	7, QG, QL			6, 10	11, 12L	9/10
5.2	Schallgeschwindigkeit			5/6, 9/10	9/10	7/8	6, 8		10	GK, LK	5/6	7, QG, OL		10, 12G	6	11, 12L	9/10

Tab. B.1: Übersicht Lehrpläne Bundesländer – Fortsetzung

Thema		Bundesland															
		BW	BY	BE	BB	HB	HE	HH	MP	NI	NW	RP	SL	SN	ST	SH	TH
5.3	Schwingungen und Wellen in der Akustik	8, 12G, 12L	10, 10NT	5/6, 9/10	9/10	7/8	8, 11G	11/ 12	10		5/6	7, QG, QL		10, 12G	6, 10	11, 12L	9/10
6 Spezielle Relativitätstheorie																	
6.1	Einführung	10, 12G, 12L	10, 11		12G, 12L	LK	12G, 12L	9/10	11/ 12		QG, QL	EL, QG, QL	11G	11G, 11L	11/ 12L	13G, 13L	12G, 12L
7 Wärme und Temperatur (Wärmelehre)																	
7.1	Ausdehnung, Volumenänderungen		8	5/6, 7/8	7/8		6		5/6, 7-9		5/6	7	8	6	6, 7/8		7/8, 11
7.2	Temperatur und Teilchenmodell	8, 10, 12G, 12L	8	7/8, 9/10	7/8	5/6, 10	6, 7		5/6, 7-9	10	5/6	5/6, 7, 9	5/6, 8	6, 8	6, 7/8	7, 9	5/6, 7/8, 11
7.3	Aggregatzustände und Aggregatzustandsänderungen	6	6,8	5/6, 7/8	5/6, 7/8	5/6	7		5/6, 7-9	10	5/6	5/6, 7	5/6	6, 8	6, 7/8	5/6, 10	5/6, 7/8, 11
7.4	Allgemeines Gasgesetz					GK, LK				10		QG, QL			11/ 12L	13G, 13L	12G, 12L
7.5	Kinetische Gastheorie					GK, LK								12L	11/ 12L	13L	12G, 12L
7.6	Innere Energie, Wärmekapazität		8	7/8		10	7	5/6	7-9	7/8, 10			8	6, 11L, 12L	6		7/8, 12G, 12L
7.7	Wärme und Wärmeübertragung	6, 12G		5/6, 7/8, 9/10	5/6, 7/8	5/6, GK, LK	7	5/6	7-9	7/8, 10	5/6	9, QG, QL	8	6, 8, 12L	6, 7/8, 11/ 12G, 11/ 12L	5/6, 7, 9, 10, 13L	5/6, 7/8

Tab. B.1: Übersicht Lehrpläne Bundesländer – Fortsetzung

Thema		Bundesland															
	BW	BY	BE	BB	HB	HE	HH	MP	NI	NW	RP	SL	SN	ST	SH	TH	
7.8	Energie und ihre Eigenschaften	10, 12G		5/6, 7/8, 9/10	7/8, 9/10	5/6, 10, GK, LK	9, 10	7/8, 9/10	7-9	7/8, 10	5/6, 7-9	5/6, 9, QL	5/6, 8, 9	7, 8, 11G, 11L, 12L	7/8, 11/ 12G, 11/ 12L	7, 10	5/6, 7/8, 9/10, 11, 12G, 12L
7.9	Wärme und Wärmekraftmaschinen	8, 12G, 12L		5/6, 7/8, 9/10	7/8, 9/10	10, GK, LK	9		5/6, 7-9	10	7-9	5/6, 9, QG, QL	8, 9	7, 8, 9, 12L	7/8, 11/ 12G, 11/ 12L	10	9/10
7.10	Wetter und Klima		10NT	5/6, 7/8	7/8, 12G, 12L			5/6, 9/10	5/6, 7-9			5/6, QL			11/ 12G, 11/ 12L	9, 10, 13G, 13L	
8	Struktur der Materie I (s. auch 7.2)																
8.1	Atommodell (Kern und Hülle)	10, 12G, 12L	7, 9	7/8, 9/10, 12	9/10, 12G, 12L	10, GK, LK	9, 12G, 12L	9/10	7-9, 11/ 12	9, GK, LK	7-9, QG, QL	5/6, 8, QG, QL	10, 12G	6, 9, 12G	9, 11/ 12G, 11/ 12L	10, 13G, 13L	9/10, 12G, 12L
8.2	Aufnahme und Abgabe von Energie, Spektroskopie		9	12	12G, 12L	GK, LK	12G, 12L		11/ 12	GK, LK	QG, QL	QL	11G	12G, 12L	11/ 12G, 11/ 12L	13G	
8.3	BOHR'sches Atommodell			12		GK, LK	12L	9/10			QL	QG, QL	12G	12G, 12L			
8.4	Quantenmechanisches Atommodell	12G, 12L	12	12	12G, 12L	GK, LK	12G, 12L	11/ 12	11/ 12	GK, LK	QG, QL	QL	12G	12G, 12L	11/ 12G, 11/ 12L	13G, 13L	12G, 12L

Tab. B.1: Übersicht Lehrpläne Bundesländer – Fortsetzung

Thema	Bundesland															
	BW	BY	BE	BB	HB	HE	HH	MP	NI	NW	RP	SL	SN	ST	SH	TH
8.5 Kernphysik, Grundlagen	10, 12G, 12L	9, 12	9/10, 12	9/10, 12G, 12L	GK, LK	12G, 12L	9/10	7-9	9, GK, LK	7-9, QG, QL	8, EL, QG, QL	10, 11G	9, 12G, 12L	9, 11/ 12G, 11/ 12L	10, 12G, 13G, 13L	7/8, 9/10, 11, 12G, 12G, 12L
8.6 Kernreaktionen		9	9/10, 12	9/10, 12G, 12L	10, GK, LK		9/10		9, GK, LK	7-9, QL	8, QG	10, 12G	12G, 12L	9, 11/ 12L	10, 13L	9/10, 11, 12G, 12L
8.7 Kernspaltung und Kernfusion	10, 12G, 12L	9	9/10, 12	9/10, 12G, 12L	10, GK, LK	9	9/10	7-9, 11/ 12	9, 10	7-9, QG, QL	8, QG, QL	10, 12G	9, 12G, 12L	9, 11/ 12G, 11/ 12L	10	5/6, 9/10, 11, 12G, 12L
8.8 Anwendungen der Kernphysik	10, 12G	9	9/10, 12	9/10, 12G, 12L	10, GK, LK	9	9/10	7-9, 11/ 12	9, 10	7-9, QG	8	12G	9, 12G, 12L	9, 11/ 12G, 11/ 12L	10, 13G, 13L	9/10
8.9 Teilchenphysik	12G, 12L	9, 12		12G, 12L	GK, LK	12G, 12L	9/10, 11/ 12	11/ 12	GK, LK	QL	QG, QL	12G	12G, 12L	11/ 12G, 11/ 12L	13L	12G, 12L
9 Struktur der Materie II																
9.1 Kondensierte Materie						12L					QL					
10 Quantenphysik																
10.1 Einführung	12G, 12L	10, 10NT, 11	12	12G, 12L	GK, LK	12G, 12L	11/ 12	11/ 12	GK, LK	QG, QL	QG, QL	12G	12G	11/ 12G, 11/ 12L	13G, 13L	12G, 12L

Tab. B.1: Übersicht Lehrpläne Bundesländer – Fortsetzung

Thema		Bundesland														
		BW	BY	BE	BB	HB	HE	HH	MP	NI	NW	RP	SL	SN	ST	TH
11 Astrophysik und Kosmologie																
11.1	Einführung	10, 12G, 12L	10	5/6, 9/10, 12			6, 12G, 12L		11/ 12		E (10)	QG, QL	11G	10	11/ 12L	13L 9/10
11.2	Sternbeobachtung		12A	5/6			12L				QG	QG, QL	11G	10		13G, 13L
11.3	Sonnensystem	10, 12G, 12L	10, 12A	5/6, 9/10	11G, 11L		6	5/6	5/6			5/6, QL	11G	10		5/6, 11, 13G, 13L
11.4	Die Sonne		12A	5/6		5/6	9	9/10	5/6		5/6	QG, QL	8	9, 10	11/ 12L	5/6, 10, 13L
11.5	Fixsterne		10NT, 12A									QG, QL		10		13G, 13L
11.6	Weltall		12A													13L
11.7	Kosmologie		10									QG, QL				13L
12 Übergreifend (Nachfolgenden Aspekte werden nur bei wenigen Ländern gesondert ausgewiesen (vermutlich in obige Themen integriert))																
12.1	Methoden der Physik /Physikalische Praktika	8	5, 7, 8NT, 9	5/6, 7/8	5/6			5/6	5/6			8, 9, EL		8, 9, 10, 10, 11L	10, 11/ 12L	5/6
12.2	Energietechnik, Energieversorgung		8, 8NT, 9NT		9/10	GK	9	7/8, 9/10								
12.3	Physik und Technik		10, 11	12												
12.4	Physik und Sport		8NT, 10NT					9/10								
12.5	Physik und Verkehr		9NT					9/10								
12.6	Physik im Haushalt		9NT, 11					7/8								
12.7	Physik in Alltag und Unterhaltung		10NT					7/8								
12.8	Anw. in Medizin, Neurobiologie		9NT	12												
12.9	IT, Computer, Simulation		10NT											11L		

Themenübersicht für Sek I und Sek II

Tabelle B.2 auf den folgenden zwei Seiten gibt eine kompakte Zusammenstellung aller Themenbereiche und Unterthemen, die in der vorangehenden Lehrplanübersicht und den nachfolgenden Einzelplänen der 16 Bundesländer für das Fach Physik im Gymnasium aufgeführt werden. Sie wird auch im [Hauptteil der Studie als Tab. 2.2](#) für die Diskussion der Lehrpläne benutzt. Die nachfolgende Form der Tabelle enthält als zusätzliche Information die Bedeutung der einzelnen Themen im Rahmen von **Sek I** und **Sek II** entsprechend der Anzahl der Nennungen summiert über alle 16 Bundesländer:

ausschließlich Sek. I	0 mal in Sek. II genannt
überwiegend Sek. I	1-3 mal in Sek. II genannt
mehr Sek. I als Sek. II	ab 4 Nennungen in Sek. II
mehr Sek II als Sek. I	1-3 mal öfter in Sek. II genannt als Sek I, oder gleich viel
überwiegend in Sek. II	mindestens 4 mal öfter in Sek. II genannt als in Sek. I

Tab. B.2: Grundsätzlich bedeutsame Themenfelder des Schulfachs Physik. Etwa 67 davon werden im Mittel über die Bundesländer in den Physiklehrplänen für die **Sek I** im Gymnasium berücksichtigt, verteilt über die Jahrgangsstufen. Mit blauen Farbtönen wird die Bedeutung der Themen für **Sek I** bzw. **Sek II** angedeutet.

Hauptthemenfelder/ Unterthemen			
1. Optik			
1.1	Lichtquellen und Lichtausbreitung	1.7	Das Auge
1.2	Absorption und Streuung des Lichts	1.8	Farben, Spektrum
1.3	Reflexion des Lichts	1.9	Licht als el.magn. Welle, Spektrum
1.4	Brechung von Licht	1.10	Beugung und Interferenz
1.5	Abbildung d. Öffnungen & Linsen	1.11	Polarisation
1.6	Optische Instrumente		
2. Elektrizität			
2.1	Strom und einfache Stromkreise	2.10	Kraft auf elektrischen Strom, Elektromotor
2.2	Permanentmagnetismus, statisches magnetisches Feld	2.11	Glühelektrischer Effekt
2.3	Wirkungen des elektrischen Stroms	2.12	Bewegte Ladungen in Feldern
2.4	Elektrische Grundgrößen, OHM'sches Gesetz	2.13	Elektromagnetische Induktion
2.5	Komplexere Stromkreise	2.14	Wechselstromtechnik
2.6	Widerstand & spez. Widerstand	2.15	Transformator, Fernübertragung
2.7	Elektrische Arbeit und Leistung	2.16	Elektromagnetische Schwingungen
2.8	Elektromagnetismus, magnetische Felder, Spule	2.17	Elektromagnetische Wellen
2.9	Ladungen und elektrische Felder	2.18	Anwendungen
3. Elektronik			
3.1	Einführung	3.4	Einfache Schaltungen
3.2	Halbleiter, Diode	3.5	Mikroelektronik
3.3	Transistor		
4. Mechanik			
4.1	Masse, Volumen und Dichte	4.13	Impuls als Erhaltungsgröße
4.2	Kraftarten	4.14	Drehimpuls
4.3	Kraft und Masse	4.15	Gravitationskraft und -feld
4.4	HOOKE'sches Gesetz	4.16	KEPLER'sche Gesetze
4.5	Kräfteaddition und Zerlegung	4.17	Druck
4.6	Grundgrößen der Kinematik	4.18	Auftrieb
4.7	Freier Fall, Wurf	4.19	Strömungslehre
4.8	Kraft und Bewegungsänderung	4.20	Mechanische Schwingungen
4.9	Arbeit, Energie und Leistung	4.21	Gekoppelte Schwingungen
4.10	Einfache Maschinen	4.22	Mechanische Wellen
4.11	Reibung und Fortbewegung	4.23	Deterministisches Chaos, Nichtlineare Dynamik
4.12	Kreisbewegung		

Tab. B.2: Grundsätzlich bedeutsame Themenfelder des Schulfachs Physik ... Fortsetzung

Hauptthemenfelder / Unterthemen			
5. Akustik			
5.1	Akustische Phänomene	5.3	Schwingungen und Wellen in der Akustik
5.2	Schallgeschwindigkeit		
6. Spezielle Relativitätstheorie			
6.1	Einführung (Relativität und Gleichzeitigkeit, $E = m c^2$, usw.)		
7. Wärmelehre			
7.1	Ausdehnung, Volumenänderungen	7.6	Innere Energie, Wärmekapazität
7.2	Temperatur und Teilchenmodell	7.7	Wärme und Wärmeübertragung
7.3	Aggregatzustände und Aggregatzustandsänderungen	7.8	Energie und ihre Eigenschaften
7.4	Allgemeines Gasgesetz	7.9	Wärme und Wärmekraftmaschinen
7.5	Kinetische Gastheorie	7.10	Wetter und Klima
8. Struktur der Materie I (s. auch 7.2)			
8.1	Atommodell (Kern und Hülle)	8.6	Kernreaktionen
8.2	Aufnahme und Abgabe von Energie, Spektroskopie	8.7	Kernspaltung und Kernfusion
8.3	BOHR'sches Atommodell	8.8	Anwendungen der Kernphysik
8.4	Quantenmechanisches Atommodell	8.9	Teilchenphysik
8.5	Kernphysik, Grundlagen		
9. Struktur der Materie II			
9.1	Kondensierte Materie		
10. Quantenphysik			
10.1	Einführung*		
11. Astrophysik und Kosmologie			
11.1	Einführung	11.5	Fixsterne
11.2	Sternbeobachtung	11.6	Weltall
11.3	Sonnensystem	11.7	Kosmologie
11.4	Die Sonne		
12. Übergreifend			
12.1	Methoden der Physik	12.6	Physik im Haushalt
12.2	Energietechnik, Energieversorgung	12.7	Physik in Alltag und Unterhaltung
12.3	Physik und Technik	12.7	Anwend. Medizin, Neurobiologie
12.4	Physik und Sport	12.8	Physik und Informationstechnik, Computer, Simulation
12.5	Physik und Verkehr		

* Siehe dazu auch [Anhang D. 10](#)

Einzelheiten der Lehrpläne

Physik in den 16 Bundesländern

Hier folgen spezifische Details für die 16 Bundesländer:

Baden-Württemberg: Anh. [C.1.1](#) und [C.1.2](#)

Bayern: Anh. [C.2](#)

Berlin: Anh. [C.3](#)

Brandenburg: Anh. [C.4](#)

Bremen: Anh. [C.5](#)

Hamburg: Anh. [C.6](#)

Hessen: Anh. [C.7.1](#) und [C.7.2](#)

Mecklenburg-Vorpommern: Anh. [C.8](#)

Niedersachsen: Anh. [C.9](#)

Nordrhein-Westfalen: Anh. [C.10](#)

Rheinland-Pfalz: Anh. [C.11](#)

Saarland: Anh. [C.12](#)

Sachsen: Anh. [C.13](#)

Sachsen-Anhalt: Anh. [C.14](#)

Schleswig-Holstein: Anh. [C.15](#)

Thüringen: Anh. [C.16](#)

C.1 Baden-Württemberg

In Baden-Württemberg wird derzeit an einer Überarbeitung des Bildungsplans gearbeitet. Veröffentlicht wurden bislang „Arbeitsfassungen“, die in Abschn. [C.1.2](#) zusammengefasst werden.

C.1.1 Baden-Württemberg: Bildungsplan von 2004

Nachfolgend kommunizieren wir zunächst die Inhalte des 2015 noch geltenden Bildungsplans von 2004 für das Allgemein Bildende Gymnasium ([BADEN-WÜRTTEMBERG, 2004c](#)).

Klasse 6

In der Klasse 6 wird das Fach „Naturphänomene“ unterrichtet. „Kompetenzen und Inhalte“ zu physiknahen Themen werden dabei wie folgt beschrieben:

1. Themenkreis Wasser
 - das Phänomen Auftrieb experimentell erforschen und dessen Bedeutung aufzeigen;
 - Experimente entwickeln und durchführen, mit denen sich Erscheinungen des Wetters als Aggregatzustände und Phasenübergänge des Wassers veranschaulichen lassen
 - mit Lupe und Mikroskop sachgerecht umgehen.
2. Themenkreis Magnetismus und Elektrizität
 - magnetische und nicht magnetische Materialien nennen und unterscheiden;
 - durch eigene Experimente zeigen, dass es zwei unterschiedliche Magnetpole gibt und diese nicht als Einzelpole vorkommen;
 - elektrische Bauteile – Batterie, elektrische Leiter, Schalter und Lampe – als Bestandteile elektrischer Stromkreise benennen;
 - einfache Stromkreise aufbauen und auf ihre Funktionsfähigkeit überprüfen;
 - herausfinden, ob ein Material Elektrizität leitet oder nicht.
3. Themenkreis Luft und Feuer
 - Druck und Temperatur
 - Erhitzen, Brennen und Schmelzen
4. Themenkreis Technik
 - Technische Objekte beschreiben
 - Technisches Objekt herstellen

Von Klasse 7 bis Klasse 10 wird das Fach Physik unterrichtet

Die zu erwerbenden „Kompetenzen“ und (fachliche) „Inhalte“ werden wie folgt eingeordnet:

Bis zum Ende der Klasse 8

1. Physik als Naturbetrachtung unter bestimmten Aspekten
2. Physik als theoriegeleitete Erfahrungswissenschaft
3. Formalisierung und Mathematisierung in der Physik
4. Spezifisches Methodenrepertoire der Physik
5. Anwendungsbezug und gesellschaftliche Relevanz der Physik
6. Physik als ein historisch-dynamischer Prozess
7. Wahrnehmung und Messung
8. Grundlegende physikalische Größen
9. Strukturen und Analogien
10. Naturerscheinungen und technische Anwendungen

Bis zum Ende der Klasse 10

Gliederung wie für Klasse 8, hinzu kommen:

11. Struktur der Materie
12. Technische Entwicklungen und ihre Folgen
13. Modellvorstellungen und Weltbilder

Gymnasiale Oberstufe (Kurstufe) – Gemeinsam f. alle Kursarten

„Kompetenzen und Inhalte“ werden gegliedert und differenziert wie in Klasse 8. Hinzukommen wahlweise unterschiedliche Kurse mit weiteren Gliederungspunkten:

2 stündig, Schwerpunkt Quantenphysik

7. Wahrnehmung und Messung
8. Grundlegende physikalische Größen
9. Strukturen und Analogien
10. Naturerscheinungen und technische Anwendungen
11. Struktur der Materie
12. Technische Entwicklungen und ihre Folgen
13. Modellvorstellungen und Weltbilder

2 stündig, Schwerpunkt Astrophysik

Gleiche Gliederung, modifizierte Inhalte.

4 stündig

Gleiche Gliederung, erweiterte Inhalte.

C.1.2 Baden-Württemberg: Bildungsplan 2016 (Sek I)

In Baden-Württemberg wird derzeit an einem neuen *Bildungsplans 2016* für die Sekundarstufe I gearbeitet. Die bislang veröffentlichten „Arbeitsfassungen“ liegen noch nicht vollständig für alle Jahrgangsstufen im Fach Physik vor. Erprobungen an einzelnen Schulen in Baden-Württemberg fanden allerdings bereits im Schuljahr 2014/15 statt.

Ziel des neuen Bildungsplanes ist die Weiterentwicklung der Kompetenzformulierungen mithilfe der Bildungsstandards. Es soll einen einheitlichen Bildungsplan für die gesamte Sekundarstufe I geben, wodurch die Durchlässigkeit des Bildungssystems erhöht werden soll. Die Kompetenzerwartungen sind daher abschlussbezogen und schulartunabhängig formuliert. Dabei werden aber drei unterschiedliche Niveaustufen (G grundlegendes-, M mittleres- und E erhöhtes Kompetenzniveau) genau voneinander abgegrenzt.

Während bislang das Fach Naturphänomene in Klasse 6 unterrichtet wurde, wird jetzt in den Jgg. 5/6 das Fach „Biologie, Naturphänomene und Technik“ unterrichtet, wodurch die Stellung der Naturwissenschaften gestärkt und ein ganzheitlicheres Wissenschaftsverständnis vermittelt werden sollen. Allerdings ist Physik nur mit einer 1 Std (zum Vergleich: Biologie mit 4 Std) des Gesamtkontingents in diesem Doppeljahrgang vertreten.

Der Bildungsplan untergliedert sich zum einen in prozessbezogene Kompetenzen, also Kommunikation, Bewertung und Erkenntnisgewinnung, und zum anderen in die fachlichen Kompetenzen, die nach den Themenbereichen des Physikkanons aufgeschlüsselt und für die drei Niveaustufen als Standards (Könnenserwartungen) konkretisiert werden.

Die fachlichen Themen für den Hauptschulabschluss sind:

- Optik und Akustik
- Energie
- Magnetismus und Elektromagnetismus
- Elektrizitätslehre
- Mechanik: Kinematik
- Mechanik: Dynamik
- Alltag, Technik, Umwelt

Für den **MSA**, also in Klassenstufe 10 kommt hinzu:

- Elektromagnetismus (vertiefend)
- Wärmelehre
- Struktur der Materie
- Alltag, Technik, Umwelt (vertiefend)

Unabhängig von der kanonischen Gliederung des Fachs gibt es zusätzlich den Bereich „Physikalische Denk- und Arbeitsweisen“, in dem sich die Schüler mit Begriffen wie Beobachtung, Modelle, Hypothesen, Experimente und Fragestellungen auseinandersetzen sollen.

Insgesamt hat sich in Baden-Württemberg, wenn man „Biologie, Naturphänomene und Technik“ mitberücksichtigt, die Zahl der angesprochenen Themenfelder im Vergleich zum vorhergehenden Bildungsplan deutlich von 55 auf 62 erhöht.

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht in dem von uns gewählten fachlichen Gliederungsschema.

Tab. C.1: (2) Baden-Württemberg, neue Bildungspläne für die **Sek I** ab 2016. Themen in den **Jgg. 5-10**. Die Zahlen in den Spalten beziehen sich auf die jeweiligen Seiten in den Lehrplänen – und zwar für die **Jgg. 5/6** physikrelevante Themen im Fach *Naturphänomene und Technik* nach **BADEN-WÜRTTEMBERG (2015b)** und für die **Jgg. 7-10** für das Fach *Physik* nach **BADEN-WÜRTTEMBERG (2015a)**.

Thema		Jahrgangsstufe		
		5/6	7-9	10
1	Optik			
1.1	Lichtquellen und Lichtausbreitung		5; 6	
1.2	Absorption und Streuung des Lichts		6	
1.3	Reflexion des Lichts		6	
1.4	Brechung von Licht		6	
1.5	Abbildung durch Öffnungen und Linsen		6	
1.6	Optische Instrumente			
1.7	Das Auge		6; 14	
1.8	Farben, Spektrum		7	
1.9	Licht als elektromagnetische Welle, Spektrum		7	
1.10	Beugung und Interferenz			
1.11	Polarisation			
2	Elektrizität			
2.1	Strom und einfache Stromkreise		10	15
2.2	Permanentmagnetismus, statisches magn. Feld	7	9	
2.3	Wirkungen des elektrischen Stroms		10	
2.4	Elektrische Grundgrößen, Ohm'sches Gesetz		10	15
2.5	Komplexere Stromkreise		10	15
2.6	Widerstand und spezifischer Widerstand		10	15
2.7	Elektrische Arbeit und Leistung		7	
2.8	Elektromagnetismus, Magnetische Felder, Spule		9	
2.9	Ladungen und elektrische Felder			
2.10	Kraft auf elektrischen Strom, Elektromotor	10		
2.11	Glühl elektrischer Effekt			
2.12	Bewegte Ladungen in Feldern			
2.13	Elektromagnetische Induktion			15-16
2.14	Transformator, Fernübertragung			16
2.15	Wechselstromtechnik			16
2.16	Elektromagnetische Schwingungen			
2.17	Elektromagnetische Wellen			
2.18	Anwendungen			
3	Elektronik			
3.1	Einführung			
3.2	Halbleiter, Diode			16
3.3	Transistor			
3.4	Einfache Schaltungen			
3.5	Mikroelektronik			
... Fortsetzung auf der nächsten Seite				

Tab. C.1: (2) **Baden-Württemberg** Bildungsplan 2016 (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe		
		5/6	7-9	10
4	Mechanik			
4.1	Masse, Volumen und Dichte	5		
4.2	Kraftarten			
4.3	Kraft und Masse		13	
4.4	HOOKESches Gesetz		13	
4.5	Kräfteaddition und Zerlegung		13	
4.6	Grundgrößen der Kinematik		11-12	
4.7	Freier Fall, Wurf			
4.8	Kraft und Bewegungsänderung		12	
4.9	Arbeit, Energie und Leistung		7	
4.10	Einfache Maschinen	6	13; 14	
4.11	Reibung und Fortbewegung			
4.12	Kreisbewegung			
4.13	Impuls als Erhaltungsgröße			
4.14	Drehimpuls als Erhaltungsgröße			
4.15	Gravitationskraft und -feld		13	
4.16	KEPPLERSche Gesetze			
4.17	Druck			
4.18	Auftrieb	5		
4.19	Strömungslehre			
4.20	Mechanische Schwingungen			
4.21	Gekoppelte Schwingungen			
4.22	Mechanische Wellen			
5	Akustik			
5.1	Akustische Phänomene		7; 14	
5.2	Schallgeschwindigkeit		7	
5.3	Schwingungen und Wellen in der Akustik		14	
6	Spezielle Relativitätstheorie			
6.1	Einführung			
7	Wärmelehre			
7.1	Ausdehnung, Volumenänderungen	7		17
7.2	Temperatur und Teilchenmodell	5		16
7.3	Aggregatzustände und Aggregatzustandsänderungen	7		
7.4	Allgemeines Gasgesetz			
7.5	Kinetische Gastheorie		7	17
7.6	Innere Energie, Wärmekapazität	9		
7.7	Wärme und Wärmeübertragung	9		17
7.8	Energie und ihre Eigenschaften		7	17
7.9	Wärme und Wärmekraftmaschinen		8	18; 19
7.10	Wetter und Klima			
... Fortsetzung auf der nächsten Seite				

Tab. C.1: (2) **Baden-Württemberg** Bildungsplan 2016 (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe		
		5/6	7-9	10
7.11	Deterministisches Chaos			
8	Struktur der Materie I (s. auch 7.2)			
8.1	Atommodell (Kern und Hülle)		5	18
8.2	Aufnahme und Abgabe von Energie, Spektroskopie			
8.3	BOHRsches Atommodell			
8.4	Quantenmechanisches Atommodell			
8.5	Kernphysik, Grundlagen			18
8.6	Kernreaktionen			18
8.7	Kernspaltung und Kernfusion			17-18
8.8	Anwendungen der Kernphysik			19
8.9	Teilchenphysik			
9	Struktur der Materie II			
9.1	Kondensierte Materie			
10	Quantenphysik			
10.1	Einführung			
11	Astrophysik und Kosmologie			
11.1	Einführung			
11.2	Sternbeobachtung			
11.3	Sonnensystem			
11.4	Die Sonne	9		17
11.5	Fixsterne			
11.6	Weltall			
11.7	Kosmologie			
A	Übergreifend			
12.1	Methoden der Physik			
12.2	Energietechnik, Energieversorgung		8	18, 19
12.3	Physik und Technik		6, 7, 9, 13, 14	17
12.4	Physik und Sport			
12.5	Physik und Verkehr			
12.6	Physik im Haushalt		10	
12.7	Physik in Alltag und Unterhaltung		6, 7, 9, 10, 13	16
12.8	Anw. in Medizin, Neurobiologie		10, 14	
12.9	Physik und Informationstechnik		11, 12	

C.2 Bayern

In den nachfolgenden Tabellen werden die Unterthemen mit „X“ in der Spalte der Jahrgänge markiert, in welchen sie jeweils behandelt werden sollen (entsprechend der online Fassung der Bayerischen Lehrpläne [BAYERN, 2004g](#)). In den Jahrgangsstufen **5** ([NT5.1 Schwerpunkt Naturwissenschaftliches Arbeiten, 42 Std](#)) und **7** ([NT 7.1 Schwerpunkt Physik, ca. 56 Std](#)) (nicht in 6) werden physikalische Themen im Rahmen des Fachs „Natur und Technik (NT)“ angesprochen, wie in der Tabelle markiert.

Ab Jahrgangsstufe 8 wird Physik unterrichtet. In den Jahrgangsstufen **8, 9, 10** gibt es dazu auch eine vertiefte Variante (Profilbereich) im naturwissenschaftlich-technischen Gymnasium (NT). Notiert in der Tabelle sind die zusätzlichen bzw. vertieften Themen. In der [gymnasialen Oberstufe](#) bestehen die Lehrplanalternativen: Biophysik (B) in Jahrgangsstufe 11 und Astrophysik (A) in Jahrgangsstufe 12, wie in der Tabelle angemerkt.

Wir geben zunächst eine Gesamtübersicht über das physikrelevante Curriculum in der Gliederung des Lehrplans für das Gymnasium in Bayern:

Jahrgangsstufen 5, Natur und Technik

NT 5.1 Schwerpunkt Naturwissenschaftliches Arbeiten (ca. 42 Std)

- NT 5.1.1 Arbeitsmethoden
- NT 5.1.2 Themenbereiche und Konzepte (Licht, Luft, Wasser, Stoffe und Materialien)

Jahrgangsstufen 7, Natur und Technik

NT 7.1 Schwerpunkt Physik

- NT 7.1.1 Elektrischer Strom (ca. 18 Std)
- NT 7.1.2 Kräfte in der Natur und in der Technik (ca. 22 Std)
- NT 7.1.3 Optik (ca. 16 Std)

Jahrgangsstufen 8 Physik

- Ph 8.1 Die Energie als Erhaltungsgröße (ca. 20 Std)
- Ph 8.2 Aufbau der Materie und Wärmelehre (ca. 18 Std)
- Ph 8.3 Elektrische Energie (ca. 18 Std)

Jahrgangsstufen 8, zusätzlich im NT-Gymnasium

Energietechnik, Druck, Messtechnik, Physik und Technik in der Gesellschaft

Jahrgangsstufen 9 Physik

- Ph 9.1 Elektrizität (ca. 18 Std)
- Ph 9.2 Atome (ca. 22 Std)
- Ph 9.3 Kinematik und Dynamik geradliniger Bewegungen (ca. 16 Std)

Jahrgangsstufen 9, zusätzlich im NT-Gymnasium

Elektrotechnik, Halbleiter und Mikroelektronik, Neurobiologie, Medizintechnik und weitere Anwendungen der Atom- und Kernphysik, Transport und Verkehr

Jahrgangsstufen 10 Physik

- Ph 10.1 Astronomische Weltbilder (ca. 8 Std)
- Ph 10.2 Die Mechanik NEWTONS (ca. 32 Std)
- Ph 10.3 Wellenlehre und Einblick in die Quantenphysik (ca. 16 Std)

Jahrgangsstufen 10, zusätzlich im NT-Gymnasium

Probleme aus der Dynamik, Physik am Computer

Jahrgangsstufen 11/12 Physik

Vorgesehen sind 84 Std bzw. 63 Std

- Ph 11.1 Statisches elektrisches Feld (ca. 16 Std)
- Ph 11.2 Statisches magnetisches Feld (ca. 8 Std)
- Ph 11.3 Bewegung geladener Teilchen in Feldern und Einblick in die spezielle Relativitätstheorie (ca. 22 Std)
- Ph 11.4 Elektromagnetische Induktion (ca. 14 Std)
- Ph 11.5 Elektromagnetische Schwingungen und Wellen (ca. 24 Std)
- Ph 12.1 Eigenschaften von Quantenobjekten (ca. 12 Std)
- Ph 12.2 Ein Atommodell der Quantenphysik (ca. 21 Std)
- Ph 12.3 Strukturuntersuchungen zum Aufbau der Materie (ca. 6 Std)
- Ph 12.4 Ein einfaches Kernmodell der Quantenphysik (ca. 8 Std)
- Ph 12.5 Radioaktivität und Kernreaktionen (ca. 16 Std)

Jahrgangsstufe 11, Lehrplanalternative Biophysik

Kann nicht in das hier benutzte Schema eingegliedert werden.

Jahrgangsstufe 12, Lehrplanalternative Astrophysik (63 Std)

- PhAst 12.1 Orientierung am Himmel (ca. 6 Std)
- PhAst 12.2 Überblick über das Sonnensystem (ca. 9 Std)
- PhAst 12.3 Die Sonne (ca. 17 Std)
- PhAst 12.4 Sterne (ca. 18 Std)
- PhAst 12.5 Großstrukturen im Weltall (ca. 13 Std)

Tab. C.2: Bayern, Themen in den Jgg. 5-12; mit X markiert sind die nach BAYERN (2004g) behandelten Themen. Die roten Zahlen geben die empfohlenen Stundenzahlen für das jeweilige Hauptthemenfeld in einer Jgg. an. Weitere Erläuterungen s. S. 37.

Thema		Jahrgangsstufe												Anm.	
		5	6	7	8	8NT	9	9NT	10	10NT	11	11B	12		12A
empfohlene Gesamtstunden		42		56	56		56		56		84		63	63	
1	Optik			16											
1.1	Lichtquellen und Lichtausbreitung	X		X											
1.2	Absorption und Streuung des Lichts														
1.3	Reflexion des Lichts			X											
1.4	Brechung von Licht			X											
1.5	Abbildung durch Öffnungen und Linsen	X		X											
1.6	Optische Instrumente			X											
1.7	Das Auge	X		X											
1.8	Farben, Spektrum	X		X							X				
1.9	Licht als elektromagnetische Welle, Spektrum										X				
1.10	Beugung und Interferenz										X				
1.11	Polarisation														
2	Elektrizität			18	18						62				
2.1	Strom und einfache Stromkreise			X											
2.2	Permanentmagnetismus, statisches magn. Feld			X											
2.3	Wirkungen des elektrischen Stroms			X											
2.4	Elektrische Grundgrößen, OHM'sches Gesetz			X											
2.5	Komplexere Stromkreise														
2.6	Widerstand und spezifischer Widerstand			X	X										
... Fortsetzung auf der nächsten Seite															

Tab. C.2: I Bayern (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe												Anm.
		5	6	7	8	8NT	9	9NT	10	10NT	11	11B	12	
2.7	Elektrische Arbeit und Leistung				X									Ph 8.3 18 Std
2.8	Elektromagnetismus, Magnetische Felder, Spule						X				X			
2.9	Ladungen und elektrische Felder						X				X			
2.10	Kraft auf elektrischen Strom, Elektromotor						X							
2.11	Glühelektrischer Effekt													
2.12	Bewegte Ladungen in Feldern						X				X			
2.13	Elektromagnetische Induktion						X				X			
2.14	Transformator, Fernübertragung						X							
2.15	Wechselstromtechnik													
2.16	Elektromagnetische Schwingungen								X		X			
2.17	Elektromagnetische Wellen													
2.18	Anwendungen													
3	Elektronik													
3.1	Einführung							X						
3.2	Halbleiter, Diode							X						
3.3	Transistor													
3.4	Einfache Schaltungen							X						
3.5	Mikroelektronik							X						
4	Mechanik			22	20		16		32					
4.1	Masse, Volumen und Dichte													
4.2	Kraftarten			X										
4.3	Kraft und Masse			X			X							
4.4	HOOKE'sches Gesetz			X										
... Fortsetzung auf der nächsten Seite														

... Fortsetzung auf der nächsten Seite

Tab. C.2: I Bayern (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe												Anm.
		5	6	7	8	8NT	9	9NT	10	10NT	11	11B	12	
4.5	Kräfteaddition und Zerlegung			X			X							dito
4.6	Grundgrößen der Kinematik			X			X							
4.7	Freier Fall, Wurf			X			X		X					
4.8	Kraft und Bewegungsänderung			X			X		X					
4.9	Arbeit, Energie und Leistung				X									
4.10	Einfache Maschinen				X									
4.11	Reibung und Fortbewegung			X										
4.12	Kreisbewegung								X					
4.13	Impuls als Erhaltungsgröße								X					
4.14	Drehimpuls als Erhaltungsgröße									X				
4.15	Gravitationkraft und -feld								X					
4.16	KEPLER'sche Gesetze								X					
4.17	Druck													
4.18	Auftrieb					X								
4.19	Strömungslehre													
4.20	Mechanische Schwingungen								X	X				
4.21	Gekoppelte Schwingungen													
4.22	Mechanische Wellen								X					
4.23	Deterministisches Chaos, Nichtlineare Dynamik									X				
5	Akustik													
5.1	Akustische Phänomene	X												
5.2	Schallgeschwindigkeit													
5.3	Schwingungen und Wellen in der Akustik								X	X				
... Fortsetzung auf der nächsten Seite														

Tab. C.2: I Bayern (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe												Anm.	
		5	6	7	8	8NT	9	9NT	10	10NT	11	11B	12		12A
6	Spezielle Relativitätstheorie										22				
6.1	Einführung								X		X				11.3 im Kontext von 2.12
7	Wärmelehre				18										
7.1	Ausdehnung, Volumenänderungen				X										
7.2	Temperatur und Teilchenmodell				X										
7.3	Aggregatzustände und Aggregatzustandsänderungen	X			X										
7.4	Allgemeines Gasgesetz														
7.5	Kinetische Gastheorie														
7.6	Innere Energie, Wärmekapazität				X										
7.7	Wärme und Wärmeübertragung														
7.8	Energie und ihre Eigenschaften (s. auch 4.9)														sh. 4.9
7.9	Wärme und Wärmekraftmaschinen														
7.10	Wetter und Klima								X						
8	Struktur der Materie I (s. auch 7.2)								22				45		
NT 5 einfaches Atommodell, Ph 9.2 Atome															
8.1	Atommodell (Kern und Hülle)			X			X								
8.2	Aufnahme und Abgabe von Energie, Spektroskopie						X								
8.3	BOHR'sches Atommodell														
8.4	Quantenmechanisches Atommodell												X		sehr an-spruchs-voll
8.5	Kernphysik, Grundlagen						X						X		
... Fortsetzung auf der nächsten Seite															

Tab. C.2: I Bayern (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe													Anm.
		5	6	7	8	8NT	9	9NT	10	10NT	11	11B	12	12A	
8.6	Kernreaktionen						X								
8.7	Kernspaltung und Kernfusion						X								
8.8	Anwendungen der Kernphysik						X								
8.9	Teilchenphysik						X						X		
9	Struktur der Materie II												6		
9.1	Kondensierte Materie												X		
10	Quantenphysik								16		12				
10.1	Einführung								X	X	X				
11	Astrophysik und Kosmologie								8					63	
11.1	Einführung								X						
11.2	Sternbeobachtung													X	
11.3	Sonnensystem								X					X	
11.4	Die Sonne													X	
11.5	Fixsterne									X				X	
11.6	Weltall													X	
11.7	Kosmologie								X						
12	Übergreifend	42													
12.1	Methoden der Physik	X		X		X	X								
12.2	Energietechnik, Energieversorgung				X	X		X							
12.3	Physik und Technik								X		X				
12.4	Physik und Sport					X				X					
12.5	Physik und Verkehr							X							
12.6	Physik im Haushalt							X			X				
12.7	Physik in Alltag und Unterhaltung									X					
12.8	Anw. in Medizin, Neurobiologie							X							
12.9	Physik und Informationstechnik									X					

C.3 Berlin

In Berlin gehören die Jahrgangsstufen (Jgg.) 5 und 6 zur Grundschule, in welcher „**Naturwissenschaften**“ (Biologie, Chemie, Physik) nach dem Rahmenlehrplan **BERLIN (2006c)** unterrichtet wird.

Im Gymnasium wird „**Physik**“ in den Jgg. 7-10 nach dem Rahmenplan **BERLIN (2006b)** unterrichtet.¹ Das „Kerncurriculum für die Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe“ (Jgg. 11/12) wird in **BERLIN (2006a)** beschrieben. Die Oberstufencurricula sind in den Ländern Berlin und Mecklenburg-Vorpommern praktisch identisch (Berlin macht zusätzlich Vorgaben für die Aufteilung des Stoffes auf Kurshalbjahre). Für alle Schulstufen werden die Kompetenzfelder der KMK ausführlich beschrieben. Die Inhalte sind wie folgt gegliedert:

Jahrgangsstufe 5 und 6, Naturwissenschaften

Folgende physikrelevante Themenfelder werden behandelt:

- Umgang mit Stoffen im Alltag
- Sonne – Wetter – Jahreszeiten
- Welt des Großen – Welt des Kleinen
- Körper und Bewegung

Jahrgangsstufen 7 bis 8; Physik Pflichtbereich

- Schwimmen, schweben, sinken. Themenfeld: Mechanik
- Vom inneren Aufbau der Materie. Themenfelder: Wärmelehre, Elektrizitätslehre
- Wärme im Alltag, Energie ist immer dabei. Themenfeld: Wärmelehre
- Sehen und gesehen werden. Themenfeld: Optik
- Vom Tragen zur Goldenen Regel der Mechanik. Themenfeld: Mechanik
- Körper bewegen. Themenfeld: Mechanik
- Ladungen trennen – Magnete ordnen. Themenfeld: Elektrizitätslehre
- Wirkungen bewegter Ladungen. Themenfeld: Elektrizitätslehre

Jahrgangsstufen 7 bis 8; Physik Wahlbereiche

- Experimentieren, protokollieren und auswerten. Grundlage in allen Themenfeldern
- Luftschiffe und andere Schiffe. Themenfeld: Mechanik
- Heizen und Kochen im Haushalt. Themenfeld: Wärmelehre und Elektrizität
- Wetterkunde. Themenfeld: Wärmelehre
- Das Auge – optische Spielereien. Themenfeld: Optik
- Brücken zur Mechanik. Themenfeld: Mechanik
- Bewegungen im Sport. Themenfeld: Mechanik
- Rückstoß als Antrieb. Themenfeld: Mechanik
- Tragbare Spannungsquellen. Themenfeld: Elektrizitätslehre

Jahrgangsstufe 9 und 10; Physik Pflichtbereich

- Wege des Stromes – Schaltungssysteme. Themenfeld: Elektrizitätslehre
- Bewegung durch Strom – Strom durch Bewegung. Themenfeld: Elektrizitätslehre
- Besser sehen. Themenfeld: Optik
- Schneller werden und bremsen. Themenfeld: Mechanik
- Struktur der Materie – Energie aus dem Atom. Themenfeld: Kernphysik
- Von der Quelle zum Empfänger. Themenfeld: Schwingungen und Wellen
- Mit Energie versorgen. Themenfeld: Wärmelehre

¹Der gerade veröffentlichte neue Rahmenlehrplan für die **Sek I** in Berlin konnte leider bei unserer Analyse nicht mehr berücksichtigt werden.

Jahrgangsstufe 9 und 10; Wahlbereich

- Schaltungen im Haushalt. Themenfeld: Elektrizität
- Energie aus der Steckdose. Themenfeld: Elektrizitätslehre
- Von der Lupe zum Fernrohr. Themenfeld: Optik
- Farben sehen, Regenbogen. Themenfeld: Optik
- Physik im Verkehr. Themenfeld: Mechanik
- Im Kreis bewegen. Themenfeld: Mechanik
- Heilende und tödliche Kernphysik. Themenfeld: Kernphysik
- Schwingungen, die man hört. Themenfeld: Mechanik
- Astronomie und Weltbilder. Themenfeld: Astronomie
- Natur des Lichts. Themenfeld: Optik

Jahrgangsstufe 11/12

- Felder
- Elektromagnetische Schwingungen und Wellen
- Quantenobjekte und Struktur der Materie

In der gymnasialen Oberstufe unterscheiden sich Inhalte in Leistungs- und Grundkursen nicht, lediglich die Intensität der Auseinandersetzung mit Themen unterscheidet sich.

Tab. C.3: Berlin, Themen in den Jgg. 5-12. Die Zahlen in den Spalten beziehen sich auf die jeweiligen Seiten in den Lehrplänen: für Jgg. 5/6 nach BERLIN (2006c), für Jgg. 7-10 nach BERLIN (2006b) und für Jgg. 11+12 nach BERLIN (2006a). Ein nachgestelltes „W“ bedeutet Wahlthema.

Thema		Jahrgangsstufe					Anm.
		5 / 6	7 / 8	9 / 10	11L,G	12 L, G	
1	Optik						
1.1	Lichtquellen und Lichtausbreitung	32	28				
1.2	Absorption und Streuung des Lichts						
1.3	Reflexion des Lichts	32	28	44			
1.4	Brechung von Licht	32	28	44			
1.5	Abbildung durch Öffnungen und Linsen	32	28	44, 51W			
1.6	Optische Instrumente	32		51W			
1.7	Das Auge	32	37W	44, 51W			
1.8	Farben, Spektrum	29					
1.9	Licht als elektromagnetische Welle, Spektrum	32	28	52W	20		
1.10	Beugung und Interferenz			58W	20		
1.11	Polarisation				20		
2	Elektrizität						
2.1	Strom und einfache Stromkreise		22	42, 49W			
2.2	Permanentmagnetismus, statisches magn. Feld	29	26		18		
2.3	Wirkungen des elektrischen Stroms		26				
2.4	Elektrische Grundgrößen, OHM'sches Gesetz		32	43			
2.5	Komplexere Stromkreise			42			
2.6	Widerstand und spezifischer Widerstand	29	26	42			
2.7	Elektrische Arbeit und Leistung		32, 41W	43, 50W			
2.8	Elektromagnetismus, Magnetische Felder, Spule			42	18		
2.9	Ladungen und elektrische Felder		31		18		
2.10	Kraft auf elektrischen Strom, Elektromotor			43			
2.11	Glühelektrischer Effekt						
2.12	Bewegte Ladungen in Feldern		31		18		
... Fortsetzung auf der nächsten Seite							

Tab. C.3: Berlin (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe					Anm.
		5 / 6	7 / 8	9 / 10	11L,G	12 L, G	
2.13	Elektromagnetische Induktion			43	19		
2.14	Transformator, Fernübertragung			43, 50W			
2.15	Wechselstromtechnik			43, 50W			
2.16	Elektromagnetische Schwingungen				20		
2.17	Elektromagnetische Wellen				20		
2.18	Anwendungen				20		
3	Elektronik						
3.1	Einführung						
3.2	Halbleiter, Diode						
3.3	Transistor						
3.4	Einfache Schaltungen						
3.5	Mikroelektronik						
4	Mechanik						
4.1	Masse, Volumen und Dichte	29	25				
4.2	Kraftarten	34	29				
4.3	Kraft und Masse	34					
4.4	HOOKE'sches Gesetz	34	29				
4.5	Kräfteaddition und Zerlegung		29				
4.6	Grundgrößen der Kinematik	34	30	45			
4.7	Freier Fall, Wurf						
4.8	Kraft und Bewegungsänderung	34	30	45, 53W			
4.9	Arbeit, Energie und Leistung		29				
4.10	Einfache Maschinen	34	29				
4.11	Reibung und Fortbewegung	34		53W			
4.12	Kreisbewegung			45, 54W	18		
4.13	Impuls als Erhaltungsgröße		39W		18		
4.14	Drehimpuls als Erhaltungsgröße						
... Fortsetzung auf der nächsten Seite							

Tab. C.3: Berlin (Fortsetzung)

Tab. C.3: Berlin (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe					Anm.
		5 / 6	7 / 8	9 / 10	11L,G	12 L, G	
A	Übergreifend						
12.1	Methoden der Physik	37	33W				
12.2	Energietechnik, Energieversorgung						
12.3	Physik und Technik					22	
12.4	Physik und Sport						
12.5	Physik und Verkehr						
12.6	Physik im Haushalt						
12.7	Physik in Alltag und Unterhaltung						
12.8	Anw. in Medizin, Neurobiologie					22	
12.9	Physik und Informationstechnik						

C.4 Brandenburg

In Brandenburg (wie in Berlin) gehören die Jahrgänge (Jgg.) 5/6 zur Grundschule, wo Physik im Rahmen des Fachs „Naturwissenschaft“ (NaWi) unterrichtet wird [BRANDENBURG \(2008b\)](#). In den Jgg. 7-10 wird Physik nach dem „Rahmenlehrplan für die Sekundarstufe I“ unterrichtet [BRANDENBURG \(2008a\)](#), für die Jgg. 11/12 gilt der „Rahmenplan für die gymnasiale Oberstufe“ [BRANDENBURG \(2011\)](#). Dabei gibt es Kurse mit grundlegendem und mit gehobenem Anforderungsniveau, die im Wesentlichen die gleichen Inhalte behandeln, jedoch in unterschiedlicher Tiefe und Breite. Die Inhalte in der gymnasialen Oberstufe sind denen von Berlin und Mecklenburg-Vorpommern sehr ähnlich, sie unterscheiden sich im Wesentlichen in der Gliederung.

Wir geben zunächst eine Gesamtübersicht über das Curriculum:

Jahrgangsstufen 5/6, Naturwissenschaften

Folgende physikrelevante Themenfelder werden behandelt:

- Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen
- Umgang mit Stoffen im Alltag
- Welt des Großen – Welt des Kleinen
- Körper und Bewegung

Jahrgangsstufen 7/8, Physik

- Kräfte und ihre Wirkungen
- Mechanische Arbeit und Energie
- Temperatur, thermische Energie und Wärme
- Elektrische Stromkreise und Magnetismus
- Gesetzmäßigkeiten in elektrischen Stromkreisen
- Gleichförmige Bewegungen
- **Wahlbereiche:** W1 Auftrieb in Flüssigkeiten und Gasen, W2 Luftdruck und Wetter, W3 Spezielle Kräfte in der Physik

Jahrgangsstufen 9/10, Physik

- Kräfte und Bewegungen
- Magnetfelder und elektromagnetische Induktion
- Mechanische Schwingungen und Wellen
- Natur des Lichtes
- Kernphysik
- Vertiefungen zur Mechanik
- **Wahlbereiche:** W1 Akustik, W2 Energie nutzen und bereitstellen, W3 Elektronische Bauelemente

Jahrgangsstufen 11/12, Physik

- Eigenschaften und Anwendungen von Feldern
- Elektromagnetische Induktion, Schwingungen und Wellen
- Quantenobjekte und atomare Systeme
- Radioaktivität, Atomkerne

Tab. C.4: Brandenburg, Themen in den Jgg. 5-12. Die Zahlen in den Spalten beziehen sich auf die jeweiligen Seiten in den Lehrplänen: für Jgg. 5/6 nach BRANDENBURG (2008b) (NaWi), für Jgg. 7-10 nach BRANDENBURG (2008a), für Jgg. 11/12 nach BRANDENBURG (2011). Ein nachgestelltes „W“ bedeutet Wahlthema.

Thema	Jahrgangsstufe							Anm.
	5/6	7/8	9/10	11G	11L	12G	12L	
1 Optik								
1.1 Lichtquellen und Lichtausbreitung	31		36					
1.2 Absorption und Streuung des Lichts								
1.3 Reflexion des Lichts	31		36					
1.4 Brechung von Licht	31		36					
1.5 Abbildung durch Öffnungen und Linsen	31		36					
1.6 Optische Instrumente	31							
1.7 Das Auge	31							
1.8 Farben, Spektrum	30		36	20	26			
1.9 Licht als elektromagnetische Welle, Spektrum			36	20	25			
1.10 Beugung und Interferenz			36	20	25			
1.11 Polarisation					26			
2 Elektrizität								
2.1 Strom und einfache Stromkreise		29						
2.2 Permanentmagnetismus, statisches magn. Feld	30	29	34	19	23			
2.3 Wirkungen des elektrischen Stroms		29						
2.4 Elektrische Grundgrößen, OHM'sches Gesetz		30						
2.5 Komplexere Stromkreise		30						
2.6 Widerstand und spezifischer Widerstand	30	29						
2.7 Elektrische Arbeit und Leistung		30						
... Fortsetzung auf der nächsten Seite								

Tab. C.4: Brandenburg (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe						Anm.
		5/6	7/8	9/10	11G	11L	12G	12L
2.8	Elektromagnetismus, Magnetische Felder, Spule	31	29	34	19	23		
2.9	Ladungen und elektrische Felder			34	19	23		
2.10	Kraft auf elektrischen Strom, Elektromotor			34	19			
2.11	Glühelektrischer Effekt				19			
2.12	Bewegte Ladungen in Feldern				19	23		
2.13	Elektromagnetische Induktion			34	20	25		
2.14	Transformator, Fernübertragung			34				
2.15	Wechselstromtechnik					25		
2.16	Elektromagnetische Schwingungen				20	25		
2.17	Elektromagnetische Wellen				20	25		
2.18	Anwendungen				20	25		
3	Elektronik							
3.1	Einführung			40W		30W		
3.2	Halbleiter, Diode			36, b40W				
3.3	Transistor			40W				
3.4	Einfache Schaltungen			40W				
3.5	Mikroelektronik							
4	Mechanik							
4.1	Masse, Volumen und Dichte	30	31	33				
4.2	Kraftarten		26	33				
4.3	Kraft und Masse		26	33				
4.4	HOOKE'sches Gesetz		26	38				
4.5	Kräfteaddition und Zerlegung		26, 32W	33				
4.6	Grundgrößen der Kinematik	34	31	33				
... Fortsetzung auf der nächsten Seite								

Tab. C.4: Brandenburg (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe						Anm.
		5/6	7/8	9/10	11G	11L	12G	12L
4.7	Freier Fall, Wurf			33				
4.8	Kraft und Bewegungsänderung			33				
4.9	Arbeit, Energie und Leistung		27	38				
4.10	Einfache Maschinen		27					
4.11	Reibung und Fortbewegung		26	33				
4.12	Kreisbewegung	34		38				
4.13	Impuls als Erhaltungsgröße			38				
4.14	Drehimpuls als Erhaltungsgröße							
4.15	Gravitationkraft und -feld				19	23		
4.16	KEPLER'sche Gesetze				19			
4.17	Druck		25W					
4.18	Auftrieb	34	31W					
4.19	Strömungslehre	34						
4.20	Mechanische Schwingungen	34		35		25		
4.21	Gekoppelte Schwingungen			35		26		
4.22	Deterministisches Chaos, Nichtlineare Dynamik						30W	30W
4.23	Mechanische Wellen			35	20	26		
4.24	Deterministisches Chaos, Nichtlineare Dynamik							
5	Akustik							
5.1	Akustische Phänomene			35		26		
5.2	Schallgeschwindigkeit			39W				
5.3	Schwingungen und Wellen in der Akustik			39W				
6	Spezielle Relativitätstheorie							
6.1	Einführung						30W	30W
... Fortsetzung auf der nächsten Seite								

Tab. C.4: Brandenburg (Fortsetzung)

Thema	Jahrgangsstufe							Anm.
	5/6	7/8	9/10	11G	11L	12G	12L	
7 Wärmelehre								
7.1 Ausdehnung, Volumenänderungen		28						
7.2 Temperatur und Teilchenmodell		28						
7.3 Aggregatzustände und Aggregatzustandsänderungen	29	28						
7.4 Allgemeines Gasgesetz								
7.5 Kinetische Gastheorie								
7.6 Innere Energie, Wärmekapazität								
7.7 Wärme und Wärmeübertragung	29	28						
7.8 Energie und ihre Eigenschaften		28	39W					
7.9 Wärme und Wärmekraftmaschinen		28	39W					
7.10 Wetter und Klima		32W				30W	30W	
8 Struktur der Materie I (s. auch 7.2)								
8.1 Atommodell (Kern und Hülle)			37			22	27	
8.2 Aufnahme und Abgabe von Energie, Spektroskopie						21	28	
8.3 BOHR'sches Atommodell								
8.4 Quantenmechanisches Atommodell						21	27	
8.5 Kernphysik, Grundlagen			37			22	29	
8.6 Kernreaktionen			37			22	29	
8.7 Kernspaltung und Kernfusion			37			22	29	
8.8 Anwendungen der Kernphysik			37			22	29	
8.9 Teilchenphysik						30W	30W	
9 Struktur der Materie II								
9.1 Kondensierte Materie								
10 Quantenphysik								
... Fortsetzung auf der nächsten Seite								

Tab. C.4: Brandenburg (Fortsetzung)

Thema	Jahrgangsstufe							Anm.
	5/6	7/8	9/10	11G	11L	12G	12L	
10.1 Einführung						21	27	
11 Astrophysik und Kosmologie								
11.1 Einführung								
11.2 Sternbeobachtung								
11.3 Sonnensystem				19	24			
11.4 Die Sonne								
11.5 Fixsterne								
11.6 Weltall								
11.7 Kosmologie								
12 Übergreifend								
12.1 Methoden der Physik	a29							
12.2 Energietechnik, Energieversorgung			39W					
12.3 Physik und Technik								
12.4 Physik und Sport								
12.5 Physik und Verkehr								
12.6 Physik im Haushalt								
12.7 Physik in Alltag und Unterhaltung								
12.8 Anw. in Medizin, Neurobiologie								
12.9 Physik und Informationstechnik								

C.5 Bremen

In Bremen werden Naturwissenschaften in den Jahrgängen (Jgg.) 5 und 6 gemeinsam unterrichtet, in den Jgg. 7-10 sind die Fächer Biologie, Chemie und Physik getrennt ausgeführt im „Bildungsplan für Gymnasien“ BREMEN (2006). Die Inhalte sind jeweils für die Jgg. 7/8 sowie 9 und 10 getrennt gegliedert. Die Kompetenzfelder der KMK werden vorangestellt. Für die Jgg. 7-10 wird der Versuch gemacht, die „Basiskonzepte“ der KMK zur Gliederung zu nutzen, wie in der folgenden Tabelle dargestellt. Sie illustriert in geradezu exemplarischer Weise, zu welch merkwürdigen Assoziationen die unglücklich gewählten Basiskonzepte führen können.

Verknüpfung von Basiskonzepten mit Rahmenthemen laut Bremer Bildungsplan für das Gymnasium (BREMEN, 2006) Jahrgänge 7-10

Basiskonzepte	Rahmenthemen
Materie	Schall und Lärm Kräfte und Bewegung Elektrostatik – vom Phänomen zum Modell Energie Radioaktivität
Wechselwirkung	Sehen, Licht und Farben Kräfte und Bewegung Elektrostatik – vom Phänomen zum Modell Mechanik
System	Stromkreis als System Elektromagnetismus
Energie	Sehen, Licht und Farben Stromkreis als System Energie Elektromagnetismus Radioaktivität Mechanik

Der Bildungsplan für die gymnasiale Oberstufe (Qualifikationsphase, Jgg. 11/12) BREMEN (2008) unterscheidet Grundkurs (GK) und Leistungskurs (LK), ohne nach Jahrgängen zu differenzieren.

Jahrgangsstufe 5 und 6, soweit physikalisch relevant

- Stoffe erkunden
- Energie der Sonne nutzen
- Mit dem Wasser leben
- Elektrische Energie nutzen

Jahrgangsstufen 7/8, Physik

- Schall und Lärm
- Sehen, Licht und Farben
- Kräfte und Bewegung
- Elektrostatik – vom Phänomen zum Modell

Jahrgangsstufe 9, Physik

- Stromkreis als System
- Elektromagnetismus

Jahrgangsstufe 10, Physik

- Energie
- Radioaktivität und Kernenergie
- Mechanik

Qualifikationsphase, Jahrgangsstufe 11/12

- Mechanische Schwingungen (GK, LK)
- Hauptsätze der Thermodynamik (GK, LK)
- Grundlagen elektrischer und magnetischer Felder (GK)
- Elektrisches Feld (LK)
- Magnetisches Feld (LK)
- Elektromagnetische Schwingungen (LK)
- Wellenoptik (GK, LK)
- Mikroobjekte (GK, LK)
- Quantenphysik der Atomhülle
- Struktur der Materie
- Spezielle Relativitätstheorie

Die fachlichen Inhalte werden weiter detailliert, und zwar einmal in der üblichen fachlichen Gliederung (allerdings sehr allgemein), und alternativ auch als sogenannte „Standards“, i.e. formuliert als Anforderungen an die Schüler nach dem Muster: "Die Schüler und Schülerinnen erläutern, beschreiben, planen, nennen [...]“.

Tab. C.5: Bremen, Themen in den Jgg. 5-12. Die Zahlen in den Spalten beziehen sich auf die jeweiligen Seiten in den Lehrplänen: für Jgg. 5-10 nach BREMEN (2006), für GK, LK in Jgg. 11/12 nach BREMEN (2006).

Thema		Jahrgangsstufe					Anm.
		5/6	7/8	9	10	GK	LK
1	Optik						
1.1	Lichtquellen und Lichtausbreitung		55			10	10
1.2	Absorption und Streuung des Lichts						
1.3	Reflexion des Lichts		55				
1.4	Brechung von Licht		55				
1.5	Abbildung durch Öffnungen und Linsen		55				
1.6	Optische Instrumente	15				10	10
1.7	Das Auge		55				
1.8	Farben, Spektrum		55			10	10
1.9	Licht als elektromagnetische Welle, Spektrum					10	10
1.10	Beugung und Interferenz					10	10
1.11	Polarisation					10	10
2	Elektrizität						
2.1	Strom und einfache Stromkreise	16		57			
2.2	Permanentmagnetismus, statisches magn. Feld			57		8	9
2.3	Wirkungen des elektrischen Stroms	16	56	57			
2.4	Elektrische Grundgrößen, OHM'sches Gesetz		56	57			9
2.5	Komplexere Stromkreise			57			
2.6	Widerstand und spezifischer Widerstand	16	56	57			
2.7	Elektrische Arbeit und Leistung	16	56			9	9
2.8	Elektromagnetismus, Magnetische Felder, Spule			57		8	
2.9	Ladungen und elektrische Felder		56			8	9
2.10	Kraft auf elektrischen Strom, Elektromotor			57			
2.11	Glühelektrischer Effekt						
2.12	Bewegte Ladungen in Feldern		56			8	9
2.13	Elektromagnetische Induktion			57		8	9
... Fortsetzung auf der nächsten Seite							

Tab. C.5: Bremen (Fortsetzung)

Thema	Jahrgangsstufe						Anm.
	5/6	7/8	9	10	GK	LK	
2.14 Transformator, Fernübertragung			57				
2.15 Wechselstromtechnik						10	
2.16 Elektromagnetische Schwingungen						9	
2.17 Elektromagnetische Wellen						10	
2.18 Anwendungen						9	
3 Elektronik							
3.1 Einführung					11	11	
3.2 Halbleiter, Diode					11	11	
3.3 Transistor					11	11	
3.4 Einfache Schaltungen							
3.5 Mikroelektronik							
4 Mechanik							
4.1 Masse, Volumen und Dichte		55		59			
4.2 Kraftarten		55					
4.3 Kraft und Masse		55					
4.4 HOOKE'sches Gesetz		55					
4.5 Kräfteaddition und Zerlegung		55		59			
4.6 Grundgrößen der Kinematik	14	55		59			
4.7 Freier Fall, Wurf				59			
4.8 Kraft und Bewegungsänderung		55		59			
4.9 Arbeit, Energie und Leistung		55		59			
4.10 Einfache Maschinen							
4.11 Reibung und Fortbewegung							
4.12 Kreisbewegung				59			
4.13 Impuls als Erhaltungsgröße							
4.14 Drehimpuls als Erhaltungsgröße							
4.15 Gravitationkraft und -feld					9	9	
... Fortsetzung auf der nächsten Seite							

Tab. C.5: Bremen (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe						Anm.
		5/6	7/8	9	10	GK	LK	
4.16	KEPLER'sche Gesetze	14	55			8	8	
4.17	Druck							
4.18	Auftrieb							
4.19	Strömungslehre							
4.20	Mechanische Schwingungen					8	8	
4.21	Gekoppelte Schwingungen					8	8	
4.22	Mechanische Wellen					8	8	
4.23	Deterministisches Chaos und Nichtlineare Dynamik							
5	Akustik							
5.1	Akustische Phänomene		54			8	8	
5.2	Schallgeschwindigkeit		54					
5.3	Schwingungen und Wellen in der Akustik		54					
6	Spezielle Relativitätstheorie							
6.1	Einführung						12	
7	Wärmelehre							
7.1	Ausdehnung, Volumenänderungen	13			58			
7.2	Temperatur und Teilchenmodell							
7.3	Aggregatzustände und Aggregatzustandsänderungen	13						
7.4	Allgemeines Gasgesetz					8	8	
7.5	Kinetische Gastheorie					8	8	
7.6	Innere Energie, Wärmekapazität				58			
7.7	Wärme und Wärmeübertragung	13				8	8	
7.8	Energie und ihre Eigenschaften	15			58	8	8	
7.9	Wärme und Wärmekraftmaschinen				58	8	8	
7.10	Wetter und Klima							
8	Struktur der Materie I (s. auch 7.2)							
8.1	Atommodell (Kern und Hülle)				58	11	11	
... Fortsetzung auf der nächsten Seite								

Tab. C.5: Bremen (Fortsetzung)

Tab. C.5: Bremen (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe					Anm.
		5/6	7/8	9	10	GK	LK
A	Übergreifend						
12.1	Methoden der Physik					9	
12.2	Energietechnik, Energieversorgung						
12.3	Physik und Technik						
12.4	Physik und Sport						
12.5	Physik und Verkehr						
12.6	Physik im Haushalt						
12.7	Physik in Alltag und Unterhaltung						
12.8	Anw. in Medizin, Neurobiologie						
12.9	Physik und Informationstechnik						

C.6 Hamburg

Das Hamburger Gymnasium umfasst die Jgg. 5-12 und unterscheidet Beobachtungsstufe (Jgg. 5/6), Mittelstufe (Jgg. 7-10) und gymnasiale Oberstufe (Jgg. 11/12).²

Die Bildungspläne beschreiben Mindestanforderungen und geben somit keinen Überblick über die tatsächlichen Lehrpläne. Für die Sekundarstufe I (HAMBURG, 2011a) (Naturwissenschaften/Technik, Jgg. 5/6) und (HAMBURG, 2011b) (Physik, Jgg. 7-10) machen die Bildungspläne aber den sehr lobenswerten Versuch, die Mindestanforderungen an physikalischen Fachinhalten anhand der zu vermittelnden vier Kompetenzen aufzuschlüsseln (in der Tabelle abgekürzt: F = Umgang mit Fachwissen, E = Erkenntnisgewinnung, K= Kommunikation und B = Bewertung). Die Kompetenzen werden zunächst sehr ausführlich und allgemein beschrieben und dann tabellarisch mit Fachinhalten verknüpft.

Dabei werden die Fachinhalte allerdings nur recht grob skizziert bzw. anhand von wenigen, speziellen Beispielen angedeutet. Der Versuch, die so verknüpften Inhalte der von uns benutzten fachlichen Gliederung zuzuordnen, macht zweierlei deutlich: i.) Es können auf diese Weise nur sehr wenige physikalische Inhalte abgedeckt werden. Ob diese für exemplarisches Lernen optimal ausgewählt sind, sei hier offen gelassen. ii.) Die Zuordnung von Kompetenzen zu spezifischen Fachinhalten (oder umgekehrt) ist nicht frei von Willkür und Beliebigkeit. Auch für die gymnasiale Oberstufe HAMBURG (2009c) werden die Kompetenzen sehr detailliert beschrieben. Die Beschreibung der fachlichen Inhalte fällt allerdings noch knapper und pauschaler aus.

Positiv formuliert kann man diese tabellarische Verknüpfung von Inhalt und Kompetenzen als Dokumentation dafür sehen, dass sich fachliche Inhalte und die genannten Kompetenzen eigentlich nicht trennen lassen sondern gegenseitig bedingen.

Das Gliederungsschema ist nachfolgend skizziert:

Jahrgangsstufe 5/6 (Na/Te)

Prozessbezogene Anforderungen

- F1 Wissen strukturieren und vernetzen
- F2 Phänomene und Sachverhalte erklären
- F3 Verallgemeinern und abstrahieren
- F4 Probleme lösen
- E1 Werkzeuge sachgerecht nutzen
- E2 Ordnen und kategorisieren
- E3 Experimentieren
- E4 Systeme analysieren und gestalten
- K1 Alltagssprache und Fachsprache nutzen
- K2 Information aus unterschiedlichen Darstellungen entnehmen
- K3 Information darstellen mithilfe von Texten und Grafiken
- K4 Fachlich kooperieren
- B1 Darstellungen bewerten (Präsentation, Grafik, Text)
- B2 Fachliche Bewertungskompetenz
- B3 Verantwortlich handeln (für mich)
- B4 Verantwortlich handeln (für andere)

Inhaltsbezogene Anforderungen

Zu den Themen

- Schall und Sinne

²Auf die Lehrpläne der 13-jährigen sogenannte Stadtteilschulen gehen wir hier nicht ein.

- Bewegung
- Wetter und Klima
- Vielfalt des Lebens
- Daten und Information

Jahrgangsstufen 7-10

Inhalte werden jeweils für einen Doppeljahrgang skizziert. In beiden Doppeljahrgängen (7/ 8 bzw. 9/ 10) werden die Inhalte fachlich gegliedert in

- Elektrizität
- Bewegung und Kraft
- Energie
- Licht und Materie

Jahrgangsstufe 11/12 (sogenannte Studienstufe)

Inhaltlich werden folgende vier Themenbereiche benannt:

- Feldkonzept
- Wellenkonzept
- Teilchenkonzept
- Quantenkonzept

Diese verbindlichen Unterrichtsangebote gelten in gleicher Weise für grundlegendes und erhöhtes Anforderungsniveau in der gymnasialen Oberstufe. Das erhöhte Anforderungsniveau unterscheidet sich vom grundlegenden durch

- Komplexität und Offenheit der Aufgaben, Grad der Selbständigkeit des Arbeitens, Tiefe, Vernetzungsgrad des erworbenen Wissens, Abstraktionsgrad der Modell- und Theoriebildung, Umfang der experimentellen Bearbeitung, begrifflicher Differenzierung, mathematischen Methoden, Grad der Beherrschung fachwissenschaftlicher Methoden, Umfang der Reflexion methodischer Herangehensweisen und praktischer Anwendungen, Präsentationsweise von Ergebnissen.

Tab. C.6: Hamburg, Themen in den Jgg. 5-12. Die Zahlen in den Spalten beziehen sich auf die jeweiligen Seiten in den Lehrplänen: für Jgg. 5/6 nach HAMBURG (2011a), für Jgg. 7-10 nach HAMBURG (2011b), für Jgg. 11/12 (Studienstufe) nach HAMBURG (2009c). Mit F,E,K,B werden für die Sek I die zugeordneten Kompetenzen kenntlich gemacht. Die Fachinhalte der Studienstufe werden in HAMBURG (2009c) nur sehr pauschal charakterisiert, sodass die hier gemachten Zuordnungen nur bedingt aussagekräftig sind.

Thema	Jahrgangsstufe				Anm.
	5/6	7/8	9/10	11/12	
1 Optik					
1.1 Lichtquellen und Lichtausbreitung	21FK	22FE			
1.2 Reflexion des Lichts		22FE			
1.3 Brechung von Licht		22FE			
1.4 Abbildung durch Öffnungen und Linsen		22FEK			
1.5 Optische Instrumente		22B			
1.6 Das Auge					
1.7 Farben, Spektrum		22FE			
1.8 Licht als elektromagnetische Welle, Spektrum				16	
1.9 Beugung und Interferenz				16	
1.10 Polarisation					
2 Elektrizität					
2.1 Strom und einfache Stromkreise	21F	19F			
2.2 Permanentmagnetismus, statisches magn. Feld					
2.3 Wirkungen des elektrischen Stroms		19FEB			
2.4 Elektrische Grundgrößen, OHM'sches Gesetz			19F		
2.5 Komplexere Stromkreise					
2.6 Widerstand und spezifischer Widerstand			19E		
2.7 Elektrische Arbeit und Leistung	21F	19F	21FEKB, 19E		
2.8 Elektromagnetismus, Magnetische Felder, Spule					
2.9 Ladungen und elektrische Felder					
2.10 Kraft auf elektrischen Strom, Elektromotor					
2.11 Glüh elektrischer Effekt					
... Fortsetzung auf der nächsten Seite					

Tab. C.6: Hamburg (Fortsetzung)

Thema	Jahrgangsstufe				Anmerkungen
	5/6	7/8	9/10	11/12	
2.12 Bewegte Ladungen in Feldern				16	
2.13 Elektromagnetische Induktion					
2.14 Transformator, Fernübertragung			19E		
2.15 Wechselstromtechnik					
2.16 Elektromagnetische Schwingungen				16	
2.17 Elektromagnetische Wellen					
2.18 Anwendungen		19B			
3 Elektronik					
3.1 Einführung					
3.2 Halbleiter, Diode					
3.3 Transistor					
3.4 Einfache Schaltungen					
3.5 Mikroelektronik					
4 Mechanik					
4.1 Masse, Volumen und Dichte		22FEB			
4.2 Kraftarten					
4.3 Kraft und Masse		20F	20F		
4.4 HOOKE'sches Gesetz		20FE			
4.5 Kräfteaddition und Zerlegung		20K			
4.6 Grundgrößen der Kinematik	21F	20F			
4.7 Freier Fall, Wurf			20F		
4.8 Kraft und Bewegungsänderung		20FE			
4.9 Arbeit, Energie und Leistung		21F	21FEKB		
4.10 Einfache Maschinen		20E			
4.11 Reibung und Fortbewegung					
4.12 Kreisbewegung					
4.13 Impuls als Erhaltungsgröße					
... Fortsetzung auf der nächsten Seite					

Tab. C.6: Hamburg (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe				Anmerkungen
		5/6	7/8	9/10	11/12	
4.14	Drehimpuls als Erhaltungsgröße					
4.15	Gravitationkraft und -feld				16	
4.16	KEPLER'sche Gesetze					
4.17	Druck					
4.18	Auftrieb					
4.19	Strömungslehre					
4.20	Mechanische Schwingungen					
4.21	Gekoppelte Schwingungen					
4.22	Mechanische Wellen				16	
5	Akustik					
5.1	Akustische Phänomene	21F	22F			
5.2	Schallgeschwindigkeit					
5.3	Deterministisches Chaos u. nichtlineare Dynamik					
5.4	Schwingungen und Wellen in der Akustik				16	
6	Spezielle Relativitätstheorie					
6.1	Einführung			22F		Masse-Energieumwandlung
7	Wärmelehre					
7.1	Ausdehnung, Volumenänderungen					
7.2	Temperatur und Teilchenmodell					
7.3	Aggregatzustände und Aggregatzustandsänderungen					
7.4	Allgemeines Gasgesetz					
7.5	Kinetische Gastheorie					
7.6	Innere Energie, Wärmekapazität	22E				
7.7	Wärme und Wärmeübertragung	22B				
... Fortsetzung auf der nächsten Seite						

Tab. C.6: Hamburg (Fortsetzung)

Thema	Jahrgangsstufe				Anmerkungen
	5/6	7/8	9/10	11/12	
7.8 Energie und ihre Eigenschaften		21FE	21FEKB		
7.9 Wärme und Wärmekraftmaschinen					
7.10 Wetter und Klima	22FEK		21B		
8 Struktur der Materie I					
8.1 Atommodell (Kern und Hülle)			22F		
8.2 Aufnahme und Abgabe von Energie, Spektroskopie					
8.3 BOHR'sches Atommodell			22F		
8.4 Quantenmechanisches Atommodell				16	
8.5 Kernphysik, Grundlagen			22FEK		
8.6 Kernreaktionen			22F		
8.7 Kernspaltung und Kernfusion			22F		
8.8 Anwendungen der Kernphysik			22EK		
8.9 Teilchenphysik			22F	16	
9 Struktur der Materie II					
9.1 Kondensierte Materie					
10 Quantenphysik					
10.1 Einführung				16	
11 Astrophysik und Kosmologie					
11.1 Einführung					
11.2 Sternbeobachtung					
11.3 Sonnensystem	21FK				
11.4 Die Sonne			22B		
11.5 Fixsterne					
11.6 Weltall					
11.7 Kosmologie					
... Fortsetzung auf der nächsten Seite					

Tab. C.6: Hamburg (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe				Anmerkungen
		5/6	7/8	9/10	11/12	
12	Übergreifend					
12.1	Methoden der Physik	17F, 18E, 19K, 20B				
12.2	Energietechnik, Energieversorgung		21B	21B, 22B		
12.3	Physik und Technik					
12.4	Physik und Sport			20F		
12.5	Physik und Verkehr			20F		
12.6	Physik im Haushalt		19B			
12.7	Physik in Alltag und Unterhaltung		22B			
12.8	Anw. in Medizin, Neurobiologie					
12.9	Physik und Informationstechnik					

C.7 Hessen

In Hessen wurde 2015 ein „Neues Kerncurriculum“ eingeführt, das wir in Anh. [C.7.2](#) zusammenfassen. Nachfolgend zunächst eine Übersicht über den Lehrplan Physik von 2010.

C.7.1 Lehrplan Physik für den gymnasialen Bildungsgang 2010

Zum Vergleich fassen wir hier auch den bis August 2011 geltendem Hessischen „Lehrplan Physik für den gymnasialen Bildungsgang“ zusammen.

Physik wurde von Jahrgangsstufe 6 bis 12 unterrichtet. Die Sekundarstufe II beginnt mit Jahrgangsstufe 10 (E1,E2). Der Stoff umfasst die folgenden „verbindlichen Unterrichtsthemen“ (in Klammern die empfohlene Anzahl von Unterrichtsstunden).

Jahrgangsstufe 6

- Einführung: Physik als Naturwissenschaft (4)
- Optik 1 (8)
- Wärmelehre 1 (8)
- Magnetismus (6)

Jahrgangsstufe 7

- Optik 2 (22)
- Wärmelehre 2 (12)
- Elektrizitätslehre 1 (17)

Jahrgangsstufe 8

- Mechanik (17)
- Elektrizitätslehre 2 (18)
- Von Druck und Auftrieb (8)

Jahrgangsstufe 9

- Arbeit und Energie (14)
- Energieversorgung (26)
- Radioaktivität (10)

Jahrgangsstufe 10 E1/E2

- Mechanik (46)

Jahrgangsstufe 11 + 12 Grundkurse

- Elektrisches und magnetisches Feld (36)
- Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen (36)
- Quanten- und Atomphysik (36)
- Wahlthema (24)

Jahrgangsstufe 11 + 12 Leistungskurse

- Elektrisches und magnetisches Feld (63)
- Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen (63)
- Quanten- und Atomphysik (63)
- Wahlthema (43)

Tab. C.7: (1) Hessen, Themen in den Jahrgängen 6-12; in den Spalten stehen die Seitenzahlen in **HESSEN (2010)**, wo das Thema genannt wird; mit W gekennzeichnet sind Wahlfächer oder als fakultativ bezeichnete Themen. **Die roten Zahlen geben die empfohlenen Stundenzahlen für das jeweilige Hauptthemenfeld in einer Jgg. an.**

Thema	Jahrgangsstufe							Anm.
	6	7	8	9	10	11/12G	11/12L	
empfohlene Gesamtstunden	26	51	43	50	46	108+ 24W	189+ 43W	
1 Optik	8	22						
1.1 Lichtquellen und Lichtausbreitung	8							
1.2 Reflexion des Lichts		10						
1.3 Brechung von Licht		10						
1.4 Abbildung durch Öffnungen und Linsen	8	10						
1.5 Optische Instrumente		10						
1.6 Das Auge								
1.7 Farben, Spektrum	8		17					
1.8 Licht als elektromagnetische Welle, Spektrum			17W			25	31	
1.9 Beugung und Interferenz						25	31	
1.10 Polarisierung							31	
2 Elektrizität	6	17	18	26	0	45	95	
2.1 Strom und einfache Stromkreise		12	14					
2.2 Permanentmagnetismus, statisches magn. Feld	9					24	29	
2.3 Wirkungen des elektrischen Stroms		12						
2.4 Elektrische Grundgrößen, OHM'sches Gesetz			14					
2.5 Komplexere Stromkreise			14					
2.6 Widerstand und spezifischer Widerstand		12	14					
2.7 Elektrische Arbeit und Leistung				19				
2.8 Elektromagnetismus, Magnetische Felder, Spule						24	29	
2.9 Ladungen und elektrische Felder			14			24	29	
2.10 Kraft auf elektrischen Strom, Elektromotor			14					
2.11 Glüh elektrischer Effekt								
... Fortsetzung auf der nächsten Seite								

Tab. C.7: Hessen (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe							Anm.
		6	7	8	9	10	11/12G	11/12L	
2.12	Bewegte Ladungen in Feldern						24	29	
2.13	Elektromagnetische Induktion			14			24	29	
2.14	Transformator, Fernübertragung				19				
2.15	Wechselstromtechnik			14					
2.16	Elektromagnetische Schwingungen						25	31	
2.17	Elektromagnetische Wellen						25	31	
2.18	Anwendungen			14					
3	Elektronik								
3.1	Einführung			14					
3.2	Halbleiter, Diode								
3.3	Transistor								
3.4	Einfache Schaltungen								
3.5	Mikroelektronik								
4	Mechanik			25	14	46	18	31	
4.1	Masse, Volumen und Dichte	8		13		22			
4.2	Kraftarten			13		22			
4.3	Kraft und Masse			13		22			
4.4	HOOKE'sches Gesetz			13					
4.5	Kräfteaddition und Zerlegung			13					
4.6	Grundgrößen der Kinematik			13		22			
4.7	Freier Fall, Wurf					22			
4.8	Kraft und Bewegungsänderung			13					
4.9	Arbeit, Energie und Leistung				18				
4.10	Einfache Maschinen				18				
4.11	Reibung und Fortbewegung			13					
4.12	Kreisbewegung					22			
4.13	Impuls als Erhaltungsgröße					22			
... Fortsetzung auf der nächsten Seite									

Tab. C.7: Hessen (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe							Anm.
		6	7	8	9	10	11/12G	11/12L	
4.14	Drehimpuls als Erhaltungsgröße	8		15		22			
4.15	Gravitationkraft und -feld								
4.16	KEPLER'sche Gesetze								
4.17	Druck								
4.18	Auftrieb								
4.19	Strömungslehre								
4.20	Mechanische Schwingungen								
4.21	Gekoppelte Schwingungen								
4.22	Mechanische Wellen								
4.23	Deterministisches Chaos u. nichtlineare Dynamik								
5	Akustik	8		16W			25W		
5.1	Akustische Phänomene								
5.2	Schallgeschwindigkeit								
5.3	Schwingungen und Wellen in der Akustik								
6	Spezielle Relativitätstheorie						27W	34W	
6.1	Einführung								
7	Wärmelehre	8	12						
7.1	Ausdehnung, Volumenänderungen	9							
7.2	Temperatur und Teilchenmodell	9	11						
7.3	Aggregatzustände und Aggregatzustandsänderungen		11						
7.4	Allgemeines Gasgesetz								
7.5	Kinetische Gastheorie								
7.6	Innere Energie, Wärmekapazität		11						
7.7	Wärme und Wärmeübertragung		11						
... Fortsetzung auf der nächsten Seite									

Tab. C.7: Hessen (Fortsetzung)

Thema	Jahrgangsstufe							Anm.
	6	7	8	9	10	11/12G	11/12L	
7.8 Energie und ihre Eigenschaften				18	22			
7.9 Wärme und Wärmekraftmaschinen				19				
7.10 Wetter und Klima								
8 Struktur der Materie I				10		18	32	
8.1 Atommodell (Kern und Hülle)				20		26	33	
8.2 Aufnahme und Abgabe von Energie, Spektroskopie						26	33	
8.3 BOHR'sches Atommodell							33	
8.4 Quantenmechanisches Atommodell						26	33	
8.5 Kernphysik, Grundlagen						27W	34W	
8.6 Kernreaktionen								
8.7 Kernspaltung und Kernfusion				20				
8.8 Anwendungen der Kernphysik				19				
8.9 Teilchenphysik						27W	34W	
9 Struktur der Materie II								
9.1 Kondensierte Materie							33W	
10 Quantenphysik						18	31	
10.1 Einführung						26	33	
11 Astrophysik und Kosmologie								
11.1 Einführung	8					27W	34W	
11.2 Sternbeobachtung							33W	
11.3 Sonnensystem	8W							
11.4 Die Sonne				19				
11.5 Fixsterne								
11.6 Weltall								
11.7 Kosmologie								
... Fortsetzung auf der nächsten Seite								

Tab. C.7: Hessen (Fortsetzung)

Thema	Jahrgangsstufe							Anm.
	6	7	8	9	10	11/12G	11/12L	
12 Übergreifend	4							
12.1 Methoden der Physik								
12.2 Energietechnik, Energieversorgung				19				
12.3 Physik und Technik								
12.4 Physik und Sport								
12.5 Physik und Verkehr								
12.6 Physik im Haushalt								
12.7 Physik in Alltag und Unterhaltung								
12.8 Anw. in Medizin, Neurobiologie						27W	34W	
12.9 Physik und Informationstechnik								

C.7.2 Hessen: Neues Kerncurriculum Physik 2015

Das *Neue Kerncurriculum für Hessen* (HESSEN, 2015) strebt einen **kumulativen** Kompetenzaufbau von Klasse 1 bis 10 an. Die Bildungsstandards der **KMK (2004)** werden in Form von „Könnenserwartungen“ formuliert werden, die sich auf die erwarteten Leistungen in den **KMK-Kompetenzfeldern** beziehen.

Für die **Sek I**, (Gymnasium) werden die physikalischen Fachinhalte nach den nachfolgend aufgeführten *Inhaltsfeldern* gegliedert. Diese „wurden nach Kriterien der Identitätsbildung, der Alltagsbewältigung, der Ausbildungsreife sowie der gesellschaftlichen Partizipation ausgewählt“ (HESSEN, 2015, S. 17).

Inhaltsfelder nach HESSEN (2015) S. 22-27:

- Haus der Naturwissenschaften
- Erweiterung der Sinne
- Energie in Umwelt und Technik
- Elektrizität im Alltag
- Wettererscheinungen und Klima
- Fortbewegung und Mobilität
- Technik im Dienst des Menschen
- Zukunftssichere Energieversorgung
- Physik in der Verantwortung

Die Bedeutungen dieser Inhaltsfelder werden ausführlich beschrieben. Verbunden werden sollen diese Inhaltsfelder durch die Basiskonzepte der **KMK (2004)**, deren Bedeutungen hier neu formuliert werden.³ Zum anderen werden jedem Inhaltsfeld Kompetenzfelder mit jeweils ausführlicher, allgemein formulierter Beschreibung der Könnenserwartungen zugeordnet.

Sehr knapp bleiben konkrete Hinweise auf physikalischer Inhalte aus fachsystematischer Sicht. Eine Zuordnung der relativ wenigen „inhaltlichen Schwerpunkte“, die jeweils zu den Inhaltsbereichen genannt werden, macht die Zuordnung zu unserer Stoffgliederung daher recht schwierig. Mit der folgenden Tabelle machen wir dennoch den Versuch, diesen neuen Typ von Lehrplan mit denen in anderen Bundesländern zu vergleichen. Dabei notieren wir stichwortartig die Inhaltsbereiche, denen diese Themen zugeordnet sind und deuten die Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung an.

³Beispiel: Prinzipien der **Wechselwirkung** bestimmen die Abläufe der Welt und auch unsere Wahrnehmung davon. Das gleichlautende Basiskonzept beinhaltet daher die Beschreibung und die Auswirkungen der Wechselwirkungen auf die jeweils beteiligten Partner. Diese können sowohl Körper sein, die durch unmittelbaren Kontakt oder durch Felder aufeinander einwirken, wie auch Strahlung und Materie.

Tab. C.7: (2) Hessen, Neues Kerncurriculum (Sek I); Themen in den Jgg. 5-10. Die Zahlen in den Spalten beziehen sich auf die jeweiligen Seiten im Lehrplan HESSEN (2015).

Thema		Jahrgangsstufe		Inhaltsfelder	Kompetenzen
		7/8	9/10		
1	Optik				
1.1	Lichtquellen und Lichtausbreitung	30	30	Sinne	Kommunikation, Fachwissen
1.2	Reflexion des Lichts				
1.3	Brechung von Licht	30		Sinne	Erkenntnisgewinnung
1.4	Abbildung durch Öffnungen und Linsen	30	30	Sinne	Fachwissen, Kommunikation
1.5	Optische Instrumente		30	Sinne	Bewertung
1.6	Das Auge	30		Sinne	Bewertung
1.7	Farben, Spektrum				
1.8	Licht als elektromagnetische Welle, Spektrum				
1.9	Beugung und Interferenz				
1.10	Polarisation				
2	Elektrizität				
2.1	Strom und einfache Stromkreise	32	32	Alltag	Erkenntnisgewinnung
2.2	Permanentmagnetismus, statisches magn. Feld	35		Technik	Erkenntnisgewinnung
2.3	Wirkungen des elektrischen Stroms	32		Alltag	Bewertung
2.4	Elektrische Grundgrößen, OHM'sches Gesetz		32	Alltag	Fachwissen
2.5	Komplexere Stromkreise	32	32	Alltag	Kommunikation, Erkenntnisgewinnung
2.6	Widerstand und spezifischer Widerstand	32		Alltag	Fachwissen
2.7	Elektrische Arbeit und Leistung	31; 32	31; 36	Alltag Umwelt, Technik, Alltag, Energieversorgung	Erkenntnisgewinnung, Bewertung, Fachwissen
... Fortsetzung auf der nächsten Seite					

Tab. C.7: Hessen neues Kerncurriculum (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe		Inhaltsfelder	Kompetenzen
		7/8	9/10		
2.8	Elektromagnetismus, Magnetische Felder, Spule	32	35	Technik	Fachwissen
2.9	Ladungen und elektrische Felder		36	Energieversorgung Energieversorgung	Fachwissen Erkenntnisgewinnung
2.10	Kraft auf elektrischen Strom, Elektromotor				
2.11	Glühelektrischer Effekt				
2.12	Bewegte Ladungen in Feldern				
2.13	Elektromagnetische Induktion				
2.14	Transformator, Fernübertragung				
2.15	Wechselstromtechnik				
2.16	Elektromagnetische Schwingungen				
2.17	Elektromagnetische Wellen				
2.18	Anwendungen			Alltag	Bewertung
3	Elektronik				
3.1	Einführung				
3.2	Halbleiter, Diode				
3.3	Transistor				
3.4	Einfache Schaltungen				
3.5	Mikroelektronik				
4	Mechanik				
4.1	Masse, Volumen und Dichte	34	34	Mobilität Mobilität	Kommunikation Kommunikation
4.2	Kraftarten				
4.3	Kraft und Masse				
4.4	Hookesches Gesetz				
4.5	Kräfteaddition und Zerlegung		34	Mobilität	Erkenntnisgewinnung
4.6	Grundgrößen der Kinematik				
4.7	Freier Fall, Wurf				
4.8	Kraft und Bewegungsänderung				
... Fortsetzung auf der nächsten Seite					

Tab. C.7: Hessen neues Kerncurriculum (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe		Inhaltsfelder	Kompetenzen
		7/8	9/10		
4.9	Arbeit, Energie und Leistung	31	31	Umwelt, Technik	Kommunikation, Erkenntnisgewinnung Erkenntnisgewinnung, Bewertung
4.10	Einfache Maschinen		34; 35	Mobilität, Technik	
4.11	Reibung und Fortbewegung				
4.12	Kreisbewegung				
4.13	Impuls als Erhaltungsgröße				
4.14	Drehimpuls als Erhaltungsgröße				
4.15	Gravitationkraft und -feld				
4.16	Keplersche Gesetze				
4.17	Druck		33	Wetter/Klima Technik	
4.18	Auftrieb		35		
4.19	Strömungslehre				
4.20	Mechanische Schwingungen				
4.21	Gekoppelte Schwingungen				
4.22	Mechanische Wellen				
4.23	Deterministisches Chaos u. nichtlineare Dynamik				
5	Akustik				
5.1	Akustische Phenomene				
5.2	Schallgeschwindigkeit		30	Sinne	Erkenntnisgewinnung Bewertung
5.3	Schwingungen und Wellen in der Akustik		30	Sinne	
6	Spezielle Relativitätstheorie				
6.1	Einführung				
7	Wärmelehre				
7.1	Ausdehnung, Volumenänderungen	33		Wetter/Klima	
... Fortsetzung auf der nächsten Seite					

Tab. C.7: Hessen neues Kerncurriculum (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe		Inhaltsfelder	Kompetenzen
		7/8	9/10		
7.2	Temperatur und Teilchenmodell	33	33	Wetter/Klima	Erkenntnisgewinnung, Fachwissen
7.3	Aggregatzustände und Aggregatzustandsänderungen	32		Wetter/Klima	Kommunikation
7.4	Allgemeines Gasgesetz				
7.5	Kinetische Gastheorie				
7.6	Innere Energie, Wärmekapazität		31	Umwelt, Technik	Bewertung
7.7	Wärme und Wärmeübertragung		33	Wetter/Klima	Erkenntnisgewinnung
7.8	Energie und ihre Eigenschaften	31	31; 36	Umwelt, Technik, Energieversorgung	Fachwissen, Bewertung
7.9	Wärme und Wärmekraftmaschinen	31; 36	36	Umwelt, Technik, Energieversorgung	Bewertung, Kommunikation
7.10	Wetter und Klima	33	33	Wetter/Klima	Fachwissen, Bewertung
8	Struktur der Materie I				
8.1	Atommodell (Kern und Hülle)	33		Wetter/Klima	Fachwissen
8.2	Aufnahme und Abgabe von Energie, Spektroskopie				
8.3	Bohr'sches Atommodell				
8.4	Quantenmechanisches Atommodell				
8.5	Kernphysik, Grundlagen				
8.6	Kernreaktionen				
8.7	Kernspaltung und Kernfusion		37	Verantwortung	Erkenntnisgewinnung
8.8	Anwendungen der Kernphysik		37	Verantwortung	Fachwissen
8.9	Teilchenphysik				
9	Struktur der Materie II				
9.1	Kondensierte Materie				
10	Quantenphysik				
... Fortsetzung auf der nächsten Seite					

Tab. C.7: Hessen neues Kerncurriculum (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe		Inhaltsfelder	Kompetenzen
		7/8	9/10		
10.1	Einführung				
11	Astrophysik und Kosmologie				
11.1	Einführung				
11.2	Sternbeobachtung				
11.3	Sonnensystem				
11.4	Die Sonne				
11.5	Fixsterne				
11.6	Weltall				
11.7	Kosmologie				
12	Übergreifend				
12.1	Methoden der Physik	X			
12.2	Energietechnik, Energieversorgung				
12.3	Physik und Technik				
12.4	Physik und Sport				
12.5	Physik und Verkehr				
12.6	Physik im Haushalt				
12.7	Physik in Alltag und Unterhaltung				
12.8	Anw. in Medizin, Neurobiologie				
12.9	Physik und Informationstechnik				

C.8 Mecklenburg-Vorpommern

In Mecklenburg-Vorpommern gibt es eine Orientierungsstufe (Jgg. 5/6), in welcher Naturwissenschaften (Biologie, Chemie, Physik) nach dem Rahmenlehrplan [MECKLENBURG-VORPOMMERN \(2010\)](#) unterrichtet wird. Im Gymnasium wird Physik in den Jgg. 7-10 nach dem Lehrplan [MECKLENBURG-VORPOMMERN \(2011\)](#) unterrichtet. Das „Kerncurriculum für die Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe“ (Jgg. 11/12) wird in [MECKLENBURG-VORPOMMERN \(2006\)](#) beschrieben. Die Oberstufencurricula sind in den Ländern Berlin und Mecklenburg-Vorpommern praktisch identisch. Für alle Schulstufen werden die Kompetenzfelder der KMK ausführlich beschrieben. Die Inhalte sind wie folgt gegliedert:

Jahrgangsstufe 5 und 6, soweit physikalisch relevant

- Wasser in unserem Leben
- Die Luft, die ich atme
- Die Sonne, unser Stern (einschl. Eigenschaften des Lichts)

Jahrgangsstufen 7-9

- Masse, Kraft und kraftumformende Einrichtungen
- Verhalten der Körper bei Erwärmung
- Stromstärke, Spannung und elektrischer Widerstand
- Energie und ihre rationelle Nutzung
- Magnetisches Feld und Induktion
- Radioaktivität und Umwelt

Jahrgangsstufe 10

- Mechanische Schwingungen und Wellen
- Kinematik und Dynamik der Translation

Jahrgangsstufe 11/12

- Felder
- Elektromagnetische Schwingungen und Wellen
- Quantenobjekte und Struktur der Materie

Tab. C.8: Mecklenburg-Vorpommern, Themen in den Jgg. 5-12. Die Zahlen in den Spalten beziehen sich auf die jeweiligen Seiten in den Lehrplänen für Jgg. 5/6 nach MECKLENBURG-VORPOMMERN (2010), für Jgg. 7-10 nach MECKLENBURG-VORPOMMERN (2011) und für Jgg. 11/12 nach MECKLENBURG-VORPOMMERN (2006).

Thema	Jahrgangsstufe				Anm.
	5/6	7-9	10	11/12	
1 Optik					
1.1 Lichtquellen und Lichtausbreitung	21				
1.2 Absorption und Streuung des Lichts					
1.3 Reflexion des Lichts	21				
1.4 Brechung von Licht	21				
1.5 Abbildung durch Öffnungen und Linsen					
1.6 Optische Instrumente	21				
1.7 Das Auge					
1.8 Farben, Spektrum					
1.9 Licht als elektromagnetische Welle, Spektrum				16	
1.10 Beugung und Interferenz				16	
1.11 Polarisierung				16	
2 Elektrizität					
2.1 Strom und einfache Stromkreise		19		14	
2.2 Permanentmagnetismus, statisches magn. Feld		23		14	
2.3 Wirkungen des elektrischen Stroms		19			
2.4 Elektrische Grundgrößen, OHM'sches Gesetz		20			
2.5 Komplexere Stromkreise		20		14	
2.6 Widerstand und spezifischer Widerstand		19			
2.7 Elektrische Arbeit und Leistung		20		14	
2.8 Elektromagnetismus, Magnetische Felder, Spule					
2.9 Ladungen und elektrische Felder				14	
2.10 Kraft auf elektrischen Strom, Elektromotor		21			
2.11 Glühelektrischer Effekt					
2.12 Bewegte Ladungen in Feldern		23		14	
... Fortsetzung auf der nächsten Seite					

Tab. C.8: Mecklenburg-Vorpommern (Fortsetzung)

Thema	Jahrgangsstufe				Anm.
	5/6	7-9	10	11/12	
2.13 Elektromagnetische Induktion		23		14	
2.14 Transformator, Fernübertragung					
2.15 Wechselstromtechnik		23			
2.16 Elektromagnetische Schwingungen				16	
2.17 Elektromagnetische Wellen				16	
2.18 Anwendungen					
3 Elektronik					
3.1 Einführung					
3.2 Halbleiter, Diode		X			
3.3 Transistor					
3.4 Einfache Schaltungen					
3.5 Mikroelektronik					
4 Mechanik					
4.1 Masse, Volumen und Dichte		16	27	14	
4.2 Kraftarten		16			
4.3 Kraft und Masse		16			
4.4 HOOKE'sches Gesetz		16			
4.5 Kräfteaddition und Zerlegung		16	28		
4.6 Grundgrößen der Kinematik			27		
4.7 Freier Fall, Wurf			X		
4.8 Kraft und Bewegungsänderung		16	28		
4.9 Arbeit, Energie und Leistung		21		14	
4.10 Einfache Maschinen		17			
4.11 Reibung und Fortbewegung		17			
4.12 Kreisbewegung				14	
4.13 Impuls als Erhaltungsgröße				14	
... Fortsetzung auf der nächsten Seite					

Tab. C.8: Mecklenburg-Vorpommern (Fortsetzung)

Thema	Jahrgangsstufe				Anm.
	5/6	7-9	10	11/12	
4.14 Drehimpuls als Erhaltungsgröße					
4.15 Gravitationkraft und -feld				14	
4.16 KEPLER'sche Gesetze				14	
4.17 Druck		16			
4.18 Auftrieb	17				
4.19 Strömungslehre	18				
4.20 Mechanische Schwingungen			26		
4.21 Gekoppelte Schwingungen			26		
4.22 Mechanische Wellen			26		
4.23 Deterministisches Chaos und Nichtlineare Dynamik					
5 Akustik					
5.1 Akustische Phänomene			26		
5.2 Schallgeschwindigkeit			26		
5.3 Schwingungen und Wellen in der Akustik			26		
6 Spezielle Relativitätstheorie					
6.1 Einführung				15	
7 Wärmelehre					
7.1 Ausdehnung, Volumenänderungen	16	18			
7.2 Temperatur und Teilchenmodell	16	18			
7.3 Aggregatzustände und Aggregatzustandsänderungen	16	18			
7.4 Allgemeines Gasgesetz					
7.5 Kinetische Gastheorie					
7.6 Innere Energie, Wärmekapazität		18			
7.7 Wärme und Wärmeübertragung		18			
7.8 Energie und ihre Eigenschaften		20			
7.9 Wärme und Wärmekraftmaschinen	19	18, 20			
... Fortsetzung auf der nächsten Seite					

Tab. C.8: Mecklenburg-Vorpommern (Fortsetzung)

Thema	Jahrgangsstufe				Anm.
	5/6	7-9	10	11/12	
7.10 Wetter und Klima	17, 20	21			
8 Struktur der Materie I (s. auch 7.2)					
8.1 Atommodell (Kern und Hülle)		24		17	
8.2 Aufnahme und Abgabe von Energie, Spektroskopie				17	
8.3 BOHR'sches Atommodell					
8.4 Quantenmechanisches Atommodell				17	
8.5 Kernphysik, Grundlagen		24			
8.6 Kernreaktionen					
8.7 Kernspaltung und Kernfusion		24		17	
8.8 Anwendungen der Kernphysik		25		18	
8.9 Teilchenphysik				17	
9 Struktur der Materie II					
9.1 Kondensierte Materie					
10 Quantenphysik					
10.1 Einführung				17	
11 Astrophysik und Kosmologie					
11.1 Einführung				15	
11.2 Sternbeobachtung					
11.3 Sonnensystem	20				
11.4 Die Sonne	20				
11.5 Fixsterne					
11.6 Weltall					
11.7 Kosmologie					
... Fortsetzung auf der nächsten Seite					

Tab. C.8: Mecklenburg-Vorpommern (Fortsetzung)

Thema	Jahrgangsstufe				Anm.
	5/6	7-9	10	11/12	
12 Übergreifend	15				
12.1 Methoden der Physik					
12.2 Energietechnik, Energieversorgung					
12.3 Physik und Technik					
12.4 Physik und Sport					
12.5 Physik und Verkehr					
12.6 Physik im Haushalt					
12.7 Physik in Alltag und Unterhaltung					
12.8 Anw. in Medizin, Neurobiologie					
12.9 Physik und Informationstechnik					

C.9 Niedersachsen

Für Niedersachsen wird das „Kerncurriculum“ für das Gymnasium für die „Naturwissenschaften, Schuljahrgänge (Jgg. 5-10“ in [NIEDERSACHSEN \(2007a\)](#) festgelegt. Dabei werden allgemeine Überlegungen zum „Bildungsbeitrag der Naturwissenschaften“, den „Kompetenzbereichen der Naturwissenschaften“ und „zur Rolle von Aufgaben im naturwissenschaftlichen Unterricht“ die einzelnen Fächern Physik, Chemie und Biologie (in dieser Reihenfolge) im Detail getrennt beschrieben. Sehr detailliert werden für das Fach Physik die zu erwerbenden Kompetenzen erläutert. Es werden „prozessorientierte“ und „inhaltsorientierte“ Kompetenzen unterschieden und dabei auf die KMK Kompetenzbereiche „Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung“ einerseits, und auf den Kompetenzbereich „Fachwissen“ andererseits verwiesen. Interessant ist, dass (im Gegensatz zu Chemie und Biologie) das Stichwort „Basiskonzept“ im Fall der Physik nicht auftaucht. Es wird lediglich erwähnt: "Der Energiebegriff dient als themenübergreifende Leitlinie".

Kompetenzbereiche im Niedersächsischen Kerncurriculum für das Gymnasium (Jahrgänge 5-10).

Wir reproduzieren hier aus [NIEDERSACHSEN \(2007a\)](#) eine einführende Übersicht zu den Kompetenzbereichen, die dort später ausführlich erläutert werden.

prozessbezogen	inhaltsbezogen
<i>Erkenntnisgewinnung</i> <ul style="list-style-type: none"> • Physikalisch argumentieren • Probleme lösen • Planen, experimentieren, auswerten • Mathematisieren • Mit Modellen arbeiten <i>Kommunikation</i> <ul style="list-style-type: none"> • Kommunizieren und dokumentieren <i>Bewerten</i>	Untergliedert in folgende Themenbereiche <ul style="list-style-type: none"> • Energie • Thermodynamik • Magnetismus und Elektrizität • Mechanik • Phänomenorientierte Optik • Atom- und Kernphysik Der Energiebegriff dient als themenübergreifende Leitlinie

Im Bildungsplan für die gymnasiale Oberstufe (Qualifikationsphase, Jgg. 11/12) [NIEDERSACHSEN \(2009\)](#) wird der „prozessbezogene Kompetenzbereich“ ergänzt um *Erkenntniswege der Physik beschreiben*. Für folgende Themenbereiche werden „inhaltsbezogene Kompetenzen“ auch „prozessbezogenen Kompetenzen“ zugeordnet.

- Elektrizität
- Schwingungen und Wellen
- Quantenobjekte
- Atomhülle
- Atomkern

Es werden Kurse auf grundlegendem und erhöhtem Anforderungsniveau angeboten (nachfolgend als GK bzw. LK gekennzeichnet. Diese unterscheiden sich nicht nach den behandelten Themenfeldern, wohl aber nach

- Umfang bzw. Spezialisierungsgrad bezüglich des Fachwissens, des Experimentierens und der Theoriebildung
- Komplexität der Sachzusammenhänge sowie der physikalischen Inhalte, Theorien und Modellvorstellungen
- Anspruch an die verwendete Fachsprache

- Grad der Mathematisierung physikalischer Sachverhalte
- Grad der Strukturierung von Aufgabenstellungen

Die nachfolgende Tabelle macht den Versuch, die jeweiligen „inhaltsbezogenen Kompetenzbereiche“ auf die von uns gewählte Gesamtgliederung abzubilden. Das ist nicht immer eindeutig möglich.

Tab. C.9: Niedersachsen, Themen in den Jgg. 5-12. Die Zahlen in den Spalten beziehen sich auf die jeweiligen Seiten in den Lehrplänen: für Jgg. 5-10 nach NIEDERSACHSEN (2007a), für Jgg. 11/12 (GK, LK) nach NIEDERSACHSEN (2009).

Thema	Jahrgangsstufe						Anmerkungen
	5/6	7/8	9	10	GK	LK	
1 Optik							
1.1 Lichtquellen und Lichtausbreitung	31						
1.2 Absorption und Streuung des Lichts	31						
1.3 Reflexion des Lichts	31						
1.4 Brechung von Licht	31						
1.5 Abbildung durch Öffnungen und Linsen	31						
1.6 Optische Instrumente	31						
1.7 Das Auge	31						
1.8 Farben, Spektrum	31						
1.9 Licht als elektromagnetische Welle, Spektrum					35	35	
1.10 Beugung und Interferenz					35	35	
1.11 Polarisation					34	34	
2 Elektrizität							
2.1 Strom und einfache Stromkreise	29	27					
2.2 Permanentmagnetismus, statisches magn. Feld	29	29			32	32	
2.3 Wirkungen des elektrischen Stroms	29						
2.4 Elektrische Grundgrößen, OHM'sches Gesetz		29			31	31	
2.5 Komplexere Stromkreise		29					
2.6 Widerstand und spezifischer Widerstand	29						
2.7 Elektrische Arbeit und Leistung		27		26			
2.8 Elektromagnetismus, Magnetische Felder, Spule	29				32	32	
2.9 Ladungen und elektrische Felder					31	31	
2.10 Kraft auf elektrischen Strom, Elektromotor		29					
... Fortsetzung auf der nächsten Seite							

Tab. C.9: Niedersachsen (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe						Anm.
		5/6	7/8	9	10	GK	LK	
4.13	Impuls als Erhaltungsgröße							
4.14	Drehimpuls als Erhaltungsgröße							
4.15	Gravitationkraft und -feld					31	31	
4.16	KEPLER'sche Gesetze							
4.17	Druck							
4.18	Auftrieb							
4.19	Strömungslehre							
4.20	Mechanische Schwingungen					34	34	
4.21	Gekoppelte Schwingungen					35	35	
4.22	Mechanische Wellen					34	34	
4.23	Deterministisches Chaos und Nichtlineare Dynamik							
5	Akustik							
5.1	Akustische Phänomene					35	35	
5.2	Schallgeschwindigkeit					35	35	
5.3	Schwingungen und Wellen in der Akustik							
6	Spezielle Relativitätstheorie							
6.1	Einführung							
7	Wärmelehre							In der Chemie eingeführt
7.1	Ausdehnung, Volumenänderungen							
7.2	Temperatur und Teilchenmodell				28			
7.3	Aggregatzustände und Aggregatzustandsänderungen				28			
7.4	Allgemeines Gasgesetz				28			
7.5	Kinetische Gastheorie							
7.6	Innere Energie, Wärmekapazität		28		28			
... Fortsetzung auf der nächsten Seite								

Tab. C.9: Niedersachsen (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe					Anm.
		5/6	7/8	9	10	GK	LK
7.7	Wärme und Wärmeübertragung		28		28		
7.8	Energie und ihre Eigenschaften		27		28		
7.9	Wärme und Wärmekraftmaschinen				28		
7.10	Wetter und Klima						
8	Struktur der Materie I (s. auch 7.2)						
8.1	Atommodell (Kern und Hülle)			31		38	38
8.2	Aufnahme und Abgabe von Energie, Spektroskopie					39	39
8.3	BOHR'sches Atommodell						
8.4	Quantenmechanisches Atommodell					38	38
8.5	Kernphysik, Grundlagen			31		41	41
8.6	Kernreaktionen			31		40	40
8.7	Kernspaltung und Kernfusion			31	26		
8.8	Anwendungen der Kernphysik			31	26		
8.9	Teilchenphysik					36	36
9	Struktur der Materie II						
9.1	Kondensierte Materie						
10	Quantenphysik						
10.1	Einführung					36	36
11	Astrophysik und Kosmologie						
11.1	Einführung						
11.2	Sternbeobachtung						
11.3	Sonnensystem						
11.4	Die Sonne						
11.5	Fixsterne						
11.6	Weltall						
11.7	Kosmologie						
... Fortsetzung auf der nächsten Seite							

Tab. C.9: Niedersachsen (Fortsetzung)

Thema	Jahrgangsstufe						Anm.
	5/6	7/8	9	10	GK	LK	
12 Übergreifend							s. prozessbezogene Kompetenzen s. 7.8
12.1 Methoden der Physik							
12.2 Energietechnik, Energieversorgung							
12.3 Physik und Technik							
12.4 Physik und Sport							
12.5 Physik und Verkehr							
12.6 Physik im Haushalt							
12.7 Physik in Alltag und Unterhaltung							
12.8 Anw. in Medizin, Neurobiologie							
12.9 Physik und Informationstechnik							

C.10 Nordrhein-Westfalen

In Nordrhein-Westfalen gelten die Jahrgangsstufen (Jgg.) 5-9 als Sekundarstufe I, deren „Kernlehrplan“ in **NORDRHEIN-WESTFALEN (2008)** erläutert wird. Die Sekundarstufe II besteht aus „Einführungsphase“ (Jahrgangsstufe 10) und „Qualifikationsphase“ (Jgg. 11/12) wie im „Kernlehrplan“ **NORDRHEIN-WESTFALEN (2013a)** ausgeführt. Ausführlich werden die drei „prozessbezogenen“ Kompetenzen (Erkenntnisgewinnung, Kommunikation, Bewertung) jahrgangsspezifisch erläutert.

Für die Sekundarstufe I orientiert sich die inhaltliche Gliederung im Fach Physik an den vier KMK Basiskonzepten, die ausführlich interpretiert werden:

- Energie
- Struktur der Materie
- System
- Wechselwirkung

(Man beachte die interessante Uminterpretation des KMK Basiskonzepts „Materie“ in das traditionell in der Physik benutzte Themenfeld „Struktur der Materie“.)

Der Kernlehrplan für die Sekundarstufe II beschreibt wiederum die vier Kompetenzbereiche (wobei Fachwissen durch „Umgang mit Fachwissen“ ersetzt wird. Die „Inhaltsbereiche“ werden ebenfalls in Anlehnung an die KMK Basiskonzepte gegliedert. Zu jedem der Inhaltsbereiche werden auch Kompetenzfelder skizziert. Im Einzelnen werden folgende Themenbereiche aufgeführt:

Einführungsphase (Jgs. 10)

- Mechanik (Kinematik, Newton, Gravitation, Impuls- und Energieerhaltung, Schwingungen und Wellen)

Qualifikationsphase (Jgg. 11/12)

Grundkurs:

- Quantenobjekte (Photon, Elektron)
- Elektrodynamik (Energieversorgung, Anwendungen)
- Strahlung und Materie (Atome und Elementarteilchen usw.)
- Relativität von Raum und Zeit

Leistungskurs:

- Relativitätstheorie
- Elektrik
- Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik
- Quantenphysik

Die nachfolgende Tabelle macht den Versuch, die fachlichen Inhalte auf von uns gewählte Gesamtgliederung abzubilden. Die mehrfache Nennung von Inhalten in den Kernlehrplänen nach verschiedenen Gliederungsprinzipien (Basiskonzepte, Inhaltsbereiche, Zuordnung zu Kompetenzen, Gesamtübersicht), ist das nicht immer eindeutig möglich.

Tab. C.10: Nordrhein-Westfalen (Fortsetzung)

Thema	Jahrgangsstufe					Anmerkungen
	5/6	7-9	10	QG	QL	
2.13 Elektromagnetische Induktion		36		30	38	
2.14 Transformator, Fernübertragung				30		
2.15 Wechselstromtechnik				30		
2.16 Elektromagnetische Schwingungen				30	38	
2.17 Elektromagnetische Wellen				30	38	
2.18 Anwendungen		27				
3 Elektronik						
3.1 Einführung						
3.2 Halbleiter, Diode						
3.3 Transistor						
3.4 Einfache Schaltungen						
3.5 Mikroelektronik						
4 Mechanik						
4.1 Masse, Volumen und Dichte		35	23			
4.2 Kraftarten			23			
4.3 Kraft und Masse		35	23			
4.4 HOOKE'sches Gesetz						
4.5 Kräfteaddition und Zerlegung		35				
4.6 Grundgrößen der Kinematik		35	23			
4.7 Freier Fall, Wurf						
4.8 Kraft und Bewegungsänderung			23			
4.9 Arbeit, Energie und Leistung		35	23			
4.10 Einfache Maschinen		35				
4.11 Reibung und Fortbewegung			23			
4.12 Kreisbewegung			23			
4.13 Impuls als Erhaltungsgröße			23			
4.14 Drehimpuls als Erhaltungsgröße						
... Fortsetzung auf der nächsten Seite						

Tab. C.10: Nordrhein-Westfalen (Fortsetzung)

Thema	Jahrgangsstufe					Anmerkungen
	5/6	7-9	10	QG	QL	
12 Übergreifend						s. Beschreibung der Kompetenzen
12.1 Methoden der Physik						
12.2 Energietechnik, Energieversorgung						
12.3 Physik und Technik						
12.4 Physik und Sport						
12.5 Physik und Verkehr						
12.6 Physik im Haushalt						
12.7 Physik in Alltag und Unterhaltung						
12.8 Anw. in Medizin, Neurobiologie						
12.9 Physik und Informationstechnik						

C.11 Rheinland-Pfalz

In Rheinland-Pfalz wird in der „Orientierungsstufe“, Jahrgänge (Jgg.) 5/6 das Fach „Naturwissenschaften“ nach **RHEINLAND-PFALZ (2010c)** unterrichtet. Dabei werden folgende acht verbindliche „Themenfelder“ unterschieden:

1. Von den Sinnen zum Messen
2. Vom ganz Kleinen und ganz Großen
3. Bewegung zu Wasser, zu Lande und in der Luft
4. Pflanzen – Tiere – Lebensräume
5. Sonne – Wetter – Jahreszeiten
6. Geräte und Maschinen im Alltag
7. Stoffe im Alltag
8. Körper und Gesundheit

Je Themenfeld sind in der Orientierungsstufe insgesamt 35 Schulstunden vorgesehen. Dabei wird mit (unrealistischen) 40 Schulwochen gerechnet. Die physikalisch relevanten Unterthemen sind in Tab. C.11 Spalte 5/6 eingetragen.

Die Lehrpläne für die Naturwissenschaftlichen Fächer in den Jgg. 7-10 (davon nur drei „Lernjahre“) der allgemeinbildenden Schulen in Rheinland-Pfalz sind brandneu **RHEINLAND-PFALZ (2014)**. Sie sind das bei Weitem komplizierteste Ergebnis der KMK Standards von 2004. Die (verunglückten) Basiskonzepte werden hier mit großer Akribie zu einem durchgängigen Gliederungs- und Referenzschema für physikalische Inhalte gemacht. Das führt z.T. zu physikalisch recht fragwürdigen Sätzen, wie z.B. „Die Induktion beruht auf der Wechselwirkung von sich verändernden magnetischen und elektrischen Feldern. (WW)“

Für die *Sekundarstufe I* (Jgg. 7-10) werden im *Fach Physik* 12 Themenfelder ausgeführt:

1. Akustische Phänomene – Schall im Basiskonzept *Wechselwirkung*
2. Optische Phänomene an Grenzflächen – Licht im Basiskonzept *Wechselwirkung*
3. Thermische Ausdehnung in Experiment und Modell – Temperatur im Basiskonzept *Materie*
4. Dynamische Phänomene – Bewegungsänderungen im Basiskonzept *Wechselwirkung*
5. Atombau und ionisierende Strahlung – Radioaktivität im Basiskonzept *Materie*
6. Spannung und Induktion – Elektrizität im Basiskonzept *Energie*
7. Kosmos und Forschung – Physik als sich weiter entwickelnde Wissenschaft
8. Wärmetransporte und ihre Beeinflussung – Thermische Energieströme im Basiskonzept *System*
9. Gesetzmäßigkeiten im elektrischen Stromkreis – Elektrizität im Basiskonzept *System*
10. Energiebilanzen und Wirkungsgrade – Maschinen im Basiskonzept *Energie*
11. Sensoren im Alltag – Physikalische Grundprinzipien alltäglicher Technik
12. Praxis und Forschung – Selbständig und fragengeleitet experimentieren

Diese Themenfelder werden in **RHEINLAND-PFALZ (2014)**, S. 92, drei „Lernjahren“ und dem physikalischen Fächerkanon (Optik, Mechanik, Thermodynamik, Elektrik, Atomphysik) zugeordnet, wobei einige der Themenfelder in mehreren Lernjahren auftreten können (sogenanntes Spiralcurriculum). An dieser Zuordnung zu Lernjahren (wir setzen sie willkürlich gleich 7,8,9) orientieren wir die Darstellung der nachfolgenden Tab. C.11. Die Ziffern in den Spalten verweisen auf die Beschreibung der Themenfelder in **RHEINLAND-PFALZ (2014)**, S. 99 – S. 123.

Sekundarstufe II.

Rheinland-Pfalz hält bislang weitgehend an G9 fest. Gymnasien können sich allerdings auf eigenen Wunsch in G8 umwandeln, allerdings nur wenn sie gleichzeitig Ganztageschulen werden. Dieses Vorgehen hat sich offenbar sehr bewährt. Der Lehrplan für die gymnasiale Oberstufe ist inzwischen fast 15 Jahre alt **RHEINLAND-PFALZ (1999)** und umfasst ein recht umfangreiches Programm für die Einführungsphase (Jg. 11) und die Qualifikationsphase (Jgg. 12/13). Es werden in beiden Phasen Grundfach und Leistungsfach unterschieden.

- Elektrizität
- Schwingungen und Wellen
- Quantenobjekte
- Atomhülle
- Atomkern

Es werden Kurse auf grundlegendem und erhöhtem Anforderungsniveau angeboten (nachfolgend mit G bzw. L gekennzeichnet). Dies unterscheiden sich nicht nach den behandelten Themenfeldern, wohl aber nach

- Umfang bzw. Spezialisierungsgrad bezüglich des Fachwissens, des Experimentierens und der Theoriebildung
- Komplexität der Sachzusammenhänge sowie der physikalischen Inhalte, Theorien und Modellvorstellungen
- Anspruch an die verwendete Fachsprache
- Grad der Mathematisierung physikalischer Sachverhalte
- Grad der Strukturierung von Aufgabenstellungen

Die nachfolgende Tabelle macht den Versuch, die jeweiligen „inhaltsbezogenen Kompetenzbereiche“ auf die von uns gewählte Gesamtgliederung abzubilden. Das ist nicht immer eindeutig möglich.

Tab. C.11: Rheinland-Pfalz, Themen in den Jgg. 5-13. Die Zahlen in den Spalten beziehen sich auf die jeweiligen Seiten in den Lehrplänen: für Jgg. 5/6 nach RHEINLAND-PFALZ (2010c), für Jgg. 7-10 nach RHEINLAND-PFALZ (2014), für die Jgg., für Jgg. 11-13 nach RHEINLAND-PFALZ (1999), Einführungsphase (EG, EL) und Qualifikationsphase (QG und QL), jeweils Grund- und Leistungskurs. Die roten Zahlen geben die empfohlenen Stundenzahlen für das jeweilige Hauptthemenfeld im Jgg. an.

		5/6	7	8	9	10	EG	EL	QG	QL	
1	Optik										
1.1	Lichtquellen und Lichtausbreitung		102								
1.2	Absorption und Streuung des Lichts		102								
1.3	Reflexion des Lichts		102								
1.4	Brechung von Licht		102								
1.5	Abbildung durch Öffnungen und Linsen	23									
1.6	Optische Instrumente	23									
1.7	Das Auge	17									
1.8	Farben, Spektrum										
1.9	Licht als elektromagnetische Welle, Spektrum								27	41	
1.10	Beugung und Interferenz								27	41	
1.11	Polarisation									41	
2	Elektrizität										
2.1	Strom und einfache Stromkreise	39		110	116						
2.2	Permanentmagnetismus, statisches magn. Feld			110				38	26	40	
2.3	Wirkungen des elektrischen Stroms	39			116						
2.4	Elektrische Grundgrößen, OHM'sches Gesetz			110	116			38	26		
2.5	Komplexere Stromkreise										
2.6	Widerstand und spezifischer Widerstand	39			116						
2.7	Elektrische Arbeit und Leistung	39		110	116						
... Fortsetzung auf der nächsten Seite											

Tab. C.11: Rheinland-Pfalz (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe								Anm.		
		5/6	7	8	9	10	EG	EL	QG		QL	
2.8	Elektromagnetismus, Magnetische Felder, Spule			110	118		EG	EL	26	43		
2.9	Ladungen und elektrische Felder			110					38	26		
2.10	Kraft auf elektrischen Strom, Elektromotor											
2.11	Glühelektrischer Effekt											
2.12	Bewegte Ladungen in Feldern				38				40			
2.13	Elektromagnetische Induktion			110					26	40		
2.14	Transformator, Fernübertragung									43		
2.15	Wechselstromtechnik								29	43		
2.16	Elektromagnetische Schwingungen								26	40		
2.17	Elektromagnetische Wellen								29	44		
2.18	Anwendungen			120				30W				
3	Elektronik	39										
3.1	Einführung								29W			
3.2	Halbleiter, Diode								29W			
3.3	Transistor								29W			
3.4	Einfache Schaltungen								29W	46W		
3.5	Mikroelektronik											
4	Mechanik	27	106				25W					
4.1	Masse, Volumen und Dichte											
4.2	Kraftarten											
4.3	Kraft und Masse											
4.4	HOOKE'sches Gesetz											
4.5	Kräfteaddition und Zerlegung											24
4.6	Grundgrößen der Kinematik											24
4.7	Freier Fall, Wurf	25W	39W									
... Fortsetzung auf der nächsten Seite												

Tab. C.11: Rheinland-Pfalz (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe								Anm.					
		5/6	7	8	9	10	EG	EL	QG		QL				
4.8	Kraft und Bewegungsänderung	27	106		118	10	24	37							
4.9	Arbeit, Energie und Leistung		106				24	37							
4.10	Einfache Maschinen														
4.11	Reibung und Fortbewegung		106				25W	38W							
4.12	Kreisbewegung						24	37							
4.13	Impuls als Erhaltungsgröße						24	37							
4.14	Drehimpuls als Erhaltungsgröße														
4.15	Gravitationkraft und -feld						25	39							
4.16	KEPLER'sche Gesetze														
4.17	Druck														
4.18	Auftrieb													33W	49W
4.19	Strömungslehre														
4.20	Mechanische Schwingungen		100											26	40
4.21	Gekoppelte Schwingungen													30W	44W
4.22	Mechanische Wellen													27	41
4.23	Deterministisches Chaos und Nichtlineare Dynamik						28W	44W							
5	Akustik														
5.1	Akustische Phänomene		100					30W	44W						
5.2	Schallgeschwindigkeit		100					30W	44W						
5.3	Schwingungen und Wellen in der Akustik		100					30W	44W						
6	Spezielle Relativitätstheorie														
6.1	Einführung							38W	32W	47W					
7	Wärmelehre														
7.1	Ausdehnung, Volumenänderungen		104												
7.2	Temperatur und Teilchenmodell	19	104		114										
... Fortsetzung auf der nächsten Seite															

Tab. C.11: Rheinland-Pfalz (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe								Anm.									
		5/6	7	8	9	10	EG	EL	QG		QL								
7.3	Aggregatzustände und Aggregatzustandsänderungen	35	104						33W	49W									
7.4	Allgemeines Gasgesetz																		
7.5	Kinetische Gastheorie																		
7.6	Innere Energie, Wärmekapazität																		
7.7	Wärme und Wärmeübertragung			114				28W	42										
7.8	Energie und ihre Eigenschaften	35		114					42										
7.9	Wärme und Wärmekraftmaschinen	35		114				33W	42W										
7.10	Wetter und Klima	35							49W										
8	Struktur der Materie I (s. auch 7.2)	43		108					27	42									
8.1	Atommodell (Kern und Hülle)																		
8.2	Aufnahme und Abgabe von Energie, Spektroskopie																		43W
8.3	BOHR'sches Atommodell																	27, 31W	42
8.4	Quantenmechanisches Atommodell																		45W
8.5	Kernphysik, Grundlagen													108			38	27	42
8.6	Kernreaktionen													108				31W	
8.7	Kernspaltung und Kernfusion													108				27	45W
8.8	Anwendungen der Kernphysik													108					
8.9	Teilchenphysik							31W	46W										
9	Struktur der Materie II																		
9.1	Kondensierte Materie									46W									
10	Quantenphysik																		
10.1	Einführung								27	41									
... Fortsetzung auf der nächsten Seite																			

Tab. C.11: Rheinland-Pfalz (Fortsetzung)

Thema	Jahrgangsstufe									Anm.
	5/6	7	8	9	10	EG	EL	QG	QL	
12 Astrophysik und Kosmologie	23									
12.1 Einführung								32W	48W	
12.2 Sternbeobachtung								32W	48W	
12.3 Sonnensystem									48W	
12.4 Die Sonne								32W	48W	
12.5 Fixsterne								32W	48W	
12.6 Weltall										
12.7 Kosmologie								32W	48W	
13 Übergreifend										
13.1 Methoden der Physik			112	122			38			
13.2 Energietechnik, Energieversorgung										
13.3 Physik und Technik										
13.4 Physik und Sport										
13.5 Physik und Verkehr										
13.6 Physik im Haushalt										
13.7 Physik in Alltag und Unterhaltung										
13.8 Anw. in Medizin, Neurobiologie										
13.9 Physik und Informationstechnik										

C.12 Saarland

Das (achtjährige) Gymnasium im Saarland umfasst in der Sekundarstufe I die Jahrgangsstufen (Jgg.) 5/6 (Naturwissenschaften nach SAARLAND (2012a)), 7/8 (Kompetenzorientierte Erprobungsphase SAARLAND, 2013)) sowie die Jg. 9 SAARLAND (2005). Der Einführungsphase in die Gymnasiale Oberstufe (Jg. 10 SAARLAND, 2006)) folgt die Qualifikationsphase (Jgg. 11/12 SAARLAND, 2008). Im Folgenden zunächst die Gesamtübersicht.

Jgg. 5 und 6, Naturwissenschaften

Physikalische Themen werden nur am Rande eines überwiegend biologisch orientierten Curriculums (inklusive Sexualunterricht) gestreift: der Begriff Arbeit und die Einheit Joule werden im Zusammenhang mit Ernährung erwähnt, die Einheit 1 Hz wird für die Atemfrequenz eingeführt, der Temperaturbegriff wird erwähnt/eingeführt.

Jgg. 7, Erprobungsphase, kompetenzorientiert

- Grundlagen der Elektrizität (50%)
- Grundlagen der Optik (25%)
- Grundlagen der Mechanik (25%)

Jgg. 8, Erprobungsphase, kompetenzorientiert

- Kraft (30%)
- Mechanische Energie (20%)
- Druck (20%)
- Temperatur (15%)
- Innere Energie (15%)

Jg. 9

- Optische Abbildungen und Farben (12 Std.)
- Gesetze des elektrischen Stromes (9 Std.)
- Elektromagnetische Wechselwirkung (12 Std.)
- Energiewandler und Energienutzung (7 Std.)
- Ruhende und bewegte elektrische Ladung (10 Std.) (zusätzlich im math.-nat. Zweig)
- Elektronik (20 Std.) (zusätzlich im math.-nat. Zweig)
- Fakultativ: Optische Geräte, Halbleiterbauelemente, elektronische Schaltungen
- Alternativ im math.-nat. Zweig: Praktikum, informationstechnische Anwendungen

Einführungsphase für GOS, Jg. 10

- Atome und Atomkerne; Radioaktivität (11 Std.)
- Kraft und Bewegung (20 Std.)
- Impuls (9 Std.)

Gymnasiale Oberstufe

- Felder – Gravitation, Elektrische, Magnetische (49 Std., 1. Halbjahr)
- Elektromagnetische Induktion (12 Std., 2. Halbjahr)
- Schwingungen und Wellen – mechanische (39 Std., 2. Halbjahr)
- Schwingungen und Wellen – elektrische (39 Std., 3. Halbjahr)
- Quanten und Atome (40 Std., 4. Halbjahr)

Tab. C.12: Saarland, Themen in den Jgg. 5-12. Die Zahlen in den Spalten beziehen sich auf die jeweiligen Seiten in den Lehrplänen: für Jgg. 5/6 nach SAARLAND (2012a), für Jgg. 7/8 nach SAARLAND (2013), für Jg. 9 nach SAARLAND (2005), für Jg. 10 (Einführungsphase E in die gymnasiale Oberstufe) nach SAARLAND (2006), für Jgg. 11/12 (G-Kurs, 11G und 12G) nach SAARLAND (2008). Die roten Zahlen bei den Hauptthemen sind die in den Lehrplänen für dieses Hauptthemenfeld in der jeweiligen Jahrgangsstufe insgesamt empfohlenen Unterrichtsstunden, wobei MN bedeutet: *zusätzlich im math.-nat. Zweig..*

Thema		Jahrgangsstufe								Anmerkungen
		5	6	7	8	9	E	11G	12G	
empfohlene Gesamtstunden		38	25	70	70	40+ 30MN	40	100	79	
1	Optik			18		12				in 5 Handhabung von Lupe und Mikroskop
1.1	Lichtquellen und Lichtausbreitung			18						
1.2	Absorption und Streuung des Lichts								28	
1.3	Reflexion des Lichts			19		45				
1.4	Brechung von Licht					45/52				
1.5	Abbildung durch Öffnungen und Linsen	14		19		45				
1.6	Optische Instrumente	14				45				
1.7	Das Auge					46				
1.8	Farben, Spektrum					46			21	
1.9	Licht als elektromagnetische Welle, Spektrum					46			21	
1.10	Beugung und Interferenz								21	
1.11	Polarisation									
2	Elektrizität			35		21+ 10MN		44	39	
2.1	Strom und einfache Stromkreise			12		47				
2.2	Permanentmagnetismus, statisches magn. Feld			13				10		
2.3	Wirkungen des elektrischen Stroms			12						
2.4	Elektrische Grundgrößen, OHM'sches Gesetz			13		47		6		
... Fortsetzung auf der nächsten Seite										

Tab. C.12: Saarland (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe								Anmerkungen
		5	6	7	8	9	E	11G	12G	
2.5	Komplexere Stromkreise					47		9		
2.6	Widerstand und spezifischer Widerstand			13						
2.7	Elektrische Arbeit und Leistung					47				
2.8	Elektromagnetismus, Magnetische Felder, Spule			14				10		
2.9	Ladungen und elektrische Felder							6		
2.10	Kraft auf elektrischen Strom, Elektromotor					49				
2.11	Glühelektrischer Effekt									
2.12	Bewegte Ladungen in Feldern					49		11		
2.13	Elektromagnetische Induktion					49		14		
2.14	Transformator, Fernübertragung					50				
2.15	Wechselstromtechnik			15		49				
2.16	Elektromagnetische Schwingungen					50			19	
2.17	Elektromagnetische Wellen								20	
2.18	Anwendungen									
3	Elektronik					20MN				
3.1	Einführung									
3.2	Halbleiter, Diode									
3.3	Transistor									
3.4	Einfache Schaltungen									
3.5	Mikroelektronik									
4	Mechanik			17	49		29	56		
4.1	Masse, Volumen und Dichte			22			5			
4.2	Kraftarten									
4.3	Kraft und Masse				29		6			
4.4	HOOKE'sches Gesetz				28					
4.5	Kräfteaddition und Zerlegung				30					
... Fortsetzung auf der nächsten Seite										

Tab. C.12: Saarland (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe								Anmerkungen
		5	6	7	8	9	E	11G	12G	
4.6	Grundgrößen der Kinematik	19		23	28 34 30 31 37 39	51 6	5			
4.7	Freier Fall, Wurf						6			
4.8	Kraft und Bewegungsänderung						5			
4.9	Arbeit, Energie und Leistung									
4.10	Einfache Maschinen									
4.11	Reibung und Fortbewegung									
4.12	Kreisbewegung									
4.13	Impuls als Erhaltungsgröße						7			
4.14	Drehimpuls als Erhaltungsgröße						7			
4.15	Gravitationkraft und -feld									
4.16	KEPLER'sche Gesetze						5 5			
4.17	Druck									
4.18	Auftrieb									
4.19	Strömungslehre									
4.20	Mechanische Schwingungen						16			
4.21	Gekoppelte Schwingungen	17								
4.22	Mechanische Wellen	17								
4.23	Deterministisches Chaos und Nichtlineare Dynamik									
5	Akustik									
5.1	Akustische Phänomene									
5.2	Schallgeschwindigkeit									
5.3	Schwingungen und Wellen in der Akustik									
6	Spezielle Relativitätstheorie									
6.1	Einführung							13		siehe 3.
7	Wärmelehre				21	24				
7.1	Ausdehnung, Volumenänderungen	15			42					
7.2	Temperatur und Teilchenmodell				41					
... Fortsetzung auf der nächsten Seite										

Tab. C.12: Saarland (Fortsetzung)

Thema	Jahrgangsstufe								Anmerkungen
	5	6	7	8	9	E	11G	12G	
7.3 Aggregatzustände und Aggregatzustandsänderungen	15								
7.4 Allgemeines Gasgesetz									
7.5 Kinetische Gastheorie									
7.6 Innere Energie, Wärmekapazität				45					
7.7 Wärme und Wärmeübertragung				42					
7.8 Energie und ihre Eigenschaften	19			46	51				
7.9 Wärme und Wärmekraftmaschinen				46	51				
7.10 Wetter und Klima									
8 Struktur der Materie I (s. auch 7.2)						11		40	
8.1 Atommodell (Kern und Hülle)						3		26	
8.2 Aufnahme und Abgabe von Energie, Spektroskopie							13		
8.3 BOHR'sches Atommodell								27	
8.4 Quantenmechanisches Atommodell								27	
8.5 Kernphysik, Grundlagen						3	8		
8.6 Kernreaktionen						4		30	
8.7 Kernspaltung und Kernfusion						3		26	
8.8 Anwendungen der Kernphysik								29	
8.9 Teilchenphysik								29	
9 Struktur der Materie II									
9.1 Kondensierte Materie									
10 Quantenphysik									
10.1 Einführung								22	
... Fortsetzung auf der nächsten Seite									

Tab. C.12: Saarland (Fortsetzung)

Thema	Jahrgangsstufe								Anmerkungen
	5	6	7	8	9	E	11G	12G	
11 Astrophysik und Kosmologie									siehe 4. Solarkonstante usw.
11.1 Einführung							5		
11.2 Sternbeobachtung							5		
11.3 Sonnensystem							5		
11.4 Die Sonne				46					
11.5 Fixsterne									
11.6 Weltall									
11.7 Kosmologie									
12 Übergreifend									werden in allen kompetenzorientierten Curricula erwähnt
12.1 Methoden der Physik									
12.2 Energietechnik, Energieversorgung									
12.3 Physik und Technik									
12.4 Physik und Sport									
12.5 Physik und Verkehr									
12.6 Physik im Haushalt									
12.7 Physik in Alltag und Unterhaltung									
12.8 Anw. in Medizin, Neurobiologie									
12.9 Physik und Informationstechnik									

C.13 Sachsen

Der Physiklehrplan des Landes Sachsen **SACHSEN (2011)**, zuletzt revidiert im Jahr 2011, ist sehr kompakt, übersichtlich und präzise. Er macht klare Vorgaben zur Gesamtzahl der Unterrichtsstunden (Ustd.) für die einzelnen „Lernbereiche“, an denen sich die Lehrkräfte orientieren sollen. Die zu vermittelnden Inhalte werden differenziert beschrieben, es wird zwischen Lernzielen und Lerninhalten einerseits und (ergänzenden Hinweisen bzw.) Bemerkungen andererseits unterschieden. Folgende Lernbereiche sollen behandelt werden:

Jg. 6

- Licht und seine Eigenschaften 17 Ustd.
- Eigenschaften und Bewegungen von Körpern 14 Ustd.
- Temperatur und Zustand von Körpern 14 Ustd.
- Elektrische Stromkreise 5 Ustd.
- Wahlpflichtcharakter 4 Ustd.: Sehen und Fotografieren, Wärmedämmung, Farben

Jg. 7

- Kräfte 22 Ustd.
- Stromstärke und Spannung in Stromkreisen 18 Ustd.
- Energiewandler 10 Ustd.
- Wahlpflichtcharakter 4 Ustd.: Kraftwandler – früher und heute, Elektrische Schaltungen, Vom Fliegen

Jg. 8

- Mechanik der Flüssigkeiten und Gase 12 Ustd.
- Thermische Energie 15 Ustd.
- Eigenschaften elektrischer Bauelemente 15 Ustd.
- Selbständiges Experimentieren 8 Ustd.
- Wahlpflichtcharakter 4 Ustd.: Vom Ballonfahren, Kühlschrank und Wärmepumpe, elektrisches Messen nichtelektrischer Größen

Jg. 9

- Grundlagen der Elektronik 9 Ustd.
- Energieversorgung 18 Ustd.
- Bewegungsgesetze 16 Ustd.
- Physikalisches Praktikum 7 Ustd.
- Wahlpflichtcharakter 4 Ustd.: Natürliche Radioaktivität, Energie von Wind und Sonne, Bewegungen auf gekrümmten Bahnen

Jg. 10

- Mechanische Schwingungen und Wellen 10 Ustd.
- Kosmos, Erde und Mensch 18 Ustd.
- Licht als Strahl und Welle 9 Ustd.
- HERTZ'sche Wellen 7 Ustd.
- Physikalisches Praktikum 6 Ustd.
- Wahlpflichtcharakter 4 Ustd.: Fernrohre, Kommunikation mit elektronischen Medien, Fernsehbildtechnik

Jahrgangsstufe 11 – Grundkurs

- Erhaltung der Energie 10 Ustd.
- Anwendung der Kinematik und Dynamik 14 Ustd.
- Kondensator und Spule – Praktikum 10 Ustd.
- Geladene Teilchen in elektrischen und magnetischen Feldern 18 Ustd.
- Wahlpflichtcharakter 4 Ustd.: Bestimmung elementarer Naturkonstanten, Wahlpflicht 2: Physikalisch-technische Exkursion, Technische Anwendungen von Spulen und Kondensatoren, Relativität von Zeit und Raum

Jahrgangsstufe 12 – Grundkurs

- Welleneigenschaften des Lichts 8 Ustd.
- Praktikum Optik 6 Ustd.
- Grundlagen der Quantenphysik 10 Ustd.
- Strahlung aus Atomhülle und Atomkern 20 Ustd.
- Wahlpflichtcharakter 4 Ustd.: Anwendungen der Physik, Optische Phänomene, Akustik

Jahrgangsstufe 11 – Leistungskurs

- Erhaltungssätze und ihre Anwendungen 20 Ustd.
- Kinematik geradliniger Bewegungen 12 Ustd.
- NEWTON'sche Gesetze und deren Anwendungen 8 Ustd.
- Modellbildung und Simulation 8 Ustd.
- Krummlinige Bewegungen 10 Ustd.
- Einblick in die Relativitätstheorie 8 Ustd.
- Elektrisches Feld 14 Ustd.
- Magnetisches Feld 10 Ustd.
- Geladene Teilchen in Feldern 12 Ustd.
- Elektromagnetische Induktion 15 Ustd.
- Physikalisches Praktikum 13 Ustd.
- Wahlpflichtcharakter 10 Ustd.: Physik des Fahrens, Leitungsvorgänge in Halbleitern, Messen und Modellieren

Jahrgangsstufe 12 – Leistungskurs

- Mechanische und elektromagnetische Schwingungen 22 Ustd.
- Wellen als vielschichtige Naturerscheinung 15 Ustd.
- Praktikum Optik und Schwingungen 8 Ustd.
- Grundlagen der Quantenphysik 15 Ustd.
- Grundlagen der Atomphysik 18 Ustd.
- Eigenschaften der Atomkerne 17 Ustd.
- Thermodynamik 15 Ustd.
- Wahlpflichtcharakter 10 Ustd.: Deterministisches Chaos, Kinetische Gastheorie, Anwendungen der Physik

Tab. C.13: Sachsen, Themen in den Jgg. 5-12. Die Zahlen in den Spalten beziehen sich auf die jeweiligen Seiten im Lehrplan SACHSEN (2011); mit W gekennzeichnet sind Wahlfächer. Die roten Zahlen geben die empfohlenen Stundenzahlen für das jeweilige Hauptthemenfeld in einer Jgg. an.

Thema	Jahrgangsstufe									Anm.
	6	7	8	9	10	11G	11L	12G	12L	
empfohlene Gesamtstunden	54	54	54	54	54	56	140	48	120	
1 Optik	17				16			14	8	
1.1 Lichtquellen und Lichtausbreitung	9				29				53	
1.2 Absorption und Streuung des Lichts								39		
1.3 Reflexion des Lichts	9				30			39	53	
1.4 Brechung von Licht	9				29			39	53	
1.5 Abbildung durch Öffnungen und Linsen	9, 12W									
1.6 Optische Instrumente	9				31W					
1.7 Das Auge										
1.8 Farben, Spektrum	12W 12				30					
1.9 Licht als elektromagnetische Welle, Spektrum	12W				30, 31W			39, 41W	53	
1.10 Beugung und Interferenz					30			39	53	
1.11 Polarisation								39	53	
2 Elektrizität	5	18	15			28	51		11	
2.1 Strom und einfache Stromkreise	12	16W								
2.2 Permanentmagnetismus, statisches magn. Feld		14				37	48			
2.3 Elektrische Grundgrößen, OHM'sches Gesetz		15	20							
2.4 Komplexere Stromkreise		15								
2.5 Widerstand und spezifischer Widerstand	11		20, 21							
2.6 Elektrische Arbeit und Leistung			20				47			
... Fortsetzung auf der nächsten Seite										

Tab. C.13: Sachsen (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe									Anm.
		6	7	8	9	10	11G	11L	12G	12L	
2.7	Elektromagnetismus, Magnetische Felder, Spule		14		23		36, 38W	48			
2.8	Ladungen und elektrische Felder				37, 38W		47				
2.9	Kraft auf elektrischen Strom, Elektromotor										
2.10	Glühelektrischer Effekt										
2.11	Bewegte Ladungen in Feldern				37		49				
2.12	Elektromagneti- sche Induktion				23		49				
2.13	Transformator, Fernübertragung				24		49				
2.14	Wechselstromtechnik				23		36	52			
2.15	Elektromagnetische Schwingungen				52						
2.16	Elektromagnetische Wellen				52						
2.17	Anwendungen										
3	Elektronik		16		9			51W		54	
3.1	Einführung				22						
3.2	Halbleiter, Diode				23						
3.3	Transistor				23						
3.4	Einfache Schaltungen				51W						
3.5	Mikroelektronik				51W						
4	Mechanik	14	32	12	16	10	14	30		15	
4.1	Masse, Volumen und Dichte	10			24		35				
4.2	Kraftarten		14		25		51				
4.3	Kraft und Masse		14								
4.4	HOOKE'sches Gesetz		14								
4.5	Kräfteaddition und Zerlegung		14			36	45				
4.6	Grundgrößen der Kinematik	10			24		35	45			
4.7	Freier Fall, Wurf				25		36	45			
4.8	Kraft und Bewegungsänderung		14				45				
... Fortsetzung auf der nächsten Seite											

Tab. C.13: Sachsen (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe									Anm.
		6	7	8	9	10	11G	11L	12G	12L	
4.9	Arbeit, Energie und Leistung	10	15	18 19, 21W	26W	28	35	44	41W	52	
4.10	Einfache Maschinen		16, 17W				45				
4.11	Reibung und Fortbewegung		14				35	44			
4.12	Kreisbewegung						36	46			
4.13	Impuls als Erhaltungsgröße							44			
4.14	Drehimpuls als Erhaltungsgröße										
4.15	Gravitationkraft und -feld										
4.16	KEPLER'sche Gesetze										
4.17	Druck										
4.18	Auftrieb		17								
4.19	Strömungslehre	17									
4.20	Mechanische Schwingungen	10				28				52	
4.21	Gekoppelte Schwingungen									52	
4.22	Mechanische Wellen					28					
4.23	Deterministisches Chaos, Nichtlineare Dynamik									58W	
5	Akustik										
5.1	Akustische Phänomene					28			41W		
5.2	Schallgeschwindigkeit										
5.3	Schwingungen und Wellen in der Akustik					28			41W		
6	Spezielle Relativitätstheorie							8			
6.1	Einführung						38W	47			
... Fortsetzung auf der nächsten Seite											

Tab. C.13: Sachsen (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe									Anm.
		6	7	8	9	10	11G	11L	12G	12L	
7	Wärmelehre	14	10	15	18		10	20		15	
7.1	Ausdehnung, Volumenänderungen	11									
7.2	Temperatur und Teilchenmodell	11		19							
7.3	Aggregatzustände und Aggregatzustandsänderungen	10		19							
7.4	Allgemeines Gasgesetz										
7.5	Kinetische Gastheorie										
7.6	Innere Energie, Wärmekapazität	10						44		58W	
7.7	Wärme und Wärmeübertragung	12W		19, 21W						57	
7.8	Energie und ihre Eigenschaften		16	19			35	44		57	
7.9	Wärme und Wärmekraftmaschinen		16	19	23					57	
7.10	Wetter und Klima										
8	Struktur der Materie I (s. auch 7.2)								20	35	
8.1	Atommodell (Kern und Hülle)	10			24				40		
8.2	Aufnahme und Abgabe von Energie, Spektroskopie								40	55	
8.3	BOHR'sches Atommodell								40	55	
8.4	Quantenmechanisches Atommodell								40	55	
8.5	Kernphysik, Grundlagen				24					56	
8.6	Kernreaktionen								41	56	
8.7	Kernspaltung und Kernfusion				24, 26W				40	56	
8.8	Anwendungen der Kernphysik				24, 26W					56	
8.9	Teilchenphysik								41W		
									40	56	
... Fortsetzung auf der nächsten Seite											

... Fortsetzung auf der nächsten Seite

Tab. C.13: Sachsen (Fortsetzung)

Thema	Jahrgangsstufe									Anm.
	6	7	8	9	10	11G	11L	12G	12L	
9 Struktur der Materie II										
9.1 Kondensierte Materie										
10 Quantenphysik								10	15	
10.1 Grundlagen								39	45	
11 Astrophysik und Kosmologie					18					
11.1 Einführung				26W	29					s. auch 4.15
11.2 Sternbeobachtung					29					
11.3 Sonnensystem					29					
11.4 Die Sonne					28					
11.5 Fixsterne					29					
11.6 Weltall										
11.7 Kosmologie										
Stundenzahl für Wahlpflicht	4	4	4	4	4	4	10	4	10	
12 Übergreifend (Summe Std.)		8	7	6			21			
12.1 Mechanische und elektrische Schwingungen									22	
12.2 Wellen als vielschichtiges Naturphänomen									15	
12.3 Modellbildung und Simulation							8			
12.4 Selbständiges Experimentieren ^{a)}		8	7	6			13			

a) soweit nicht den Hauptthemen zugeordnet

C.14 Sachsen-Anhalt

In Sachsen-Anhalt wird Physik in den Schuljahrgängen 6-12 noch nach dem Rahmenrichtlinien **SACHSEN-ANHALT (2003)** unterrichtet. Wie nachfolgend zusammengestellt, weisen sie für die ausgewählten Themen jeweils „Zeitrichtwerte (ZRW)“ aus (nachfolgend in Klammern angegeben, in Tabelle C.14 rot markiert, die etwa zwei Drittel der zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit umfassen. Die Nutzung des verbleibenden Drittels der Unterrichtszeit liegt in der Eigenverantwortung der Lehrkräfte:

Schuljahrgang 6

- Physik – was ist das? (4)
- Licht – woher es kommt und wie es sich ausbreitet (10)
- Wie wir sehen – das Auge und die Verwendung von Sehhilfen (6)
- Wir ermitteln das Volumen, die Masse und die Dichte von Körpern (12)
- Wie schnell sind Tiere, Menschen, Autos und Raketen? (7)
- Schall – wie er entsteht und wie er sich ausbreitet (6)
- Es ist kalt, es ist heiß – die Temperatur sagt mehr (4)
- Wärme – woher sie kommt und wer sie braucht (5)

Schuljahrgänge 7/8

- Energie in Natur und Technik (6)
- Kräfte verändern die Form und die Bewegung von Körpern (14)
- Leben unter Druck – Druck und Druckausbreitung in Natur und Technik (10)
- Schwimmen, Schweben, Fliegen – Ergebnisse von Kraftwirkungen (8)
- Arbeit und Leistung in Technik und Sport (8)
- Sonne, Wärmestrahlung, Wind und Wolken (14)
- Wärme in der Technik (12)
- Elektrizität – elektrischer Strom und elektrische Spannung (12)
- Helligkeit nach Wunsch – Energieverteilung in Stromkreisen (14)
- Magnetismus – Magnete und die magnetischen Wirkungen des elektrischen Stroms (10)

Schuljahrgang 9

- Gesetze der mechanischen Bewegung – Bewegungsänderungen und Kräfte im Straßenverkehr (16)
- Elektromagnetische Induktion – Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie (12)
- Elektrische Leitungsvorgänge (12)
- Atome – Atomkerne – Kernenergie (14)

Schuljahrgang 10 (Einführungsphase)

- Schwingungen – mehr als nur mechanische Bewegung (16)
- Wellen – wie sie entstehen, sich ausbreiten und wie die Technik sie nutzt (14)
- Ausbreitung, Eigenschaften und Entstehung des Lichtes (16)
- Physikalisches Praktikum (8)

Schuljahrgänge 11/12, Profulfach (4 stündig)

- Mechanik Fundamentum (40)
 1. Kinematik der Punktmasse
 2. Dynamik der Punktmasse
 3. Gravitationsfeld

- Additum I: Kinematik und Dynamik des starren Körpers (15)
- Thermodynamik Fundamentum (40)
 - 1. Zustandsänderungen idealer Gase und erster Hauptsatz der Thermodynamik
 - 2. Kinetisch-statistische Gastheorie
- Additum II: Temperaturstrahlung (15)
- Additum III: Wärmemaschinen (15)
- Elektrodynamik Fundamentum (40)
 - 1. Elektrisches Feld
 - 2. Magnetisches Feld
 - 3. Elektromagnetische Induktion
- Additum IV: Elektromagnetische Schwingungen und Wellen (15)
- Praktikum (10)
- Ausgewählte Gebiete der nichtklassischen Physik Fundamentum: (35)
 - 1. Spezielle Relativitätstheorie
 - 2. Quantenphysik
- Additum V: Kernphysik (15)

Schuljahrgänge 11/12, Wahlpflichtfach (2 stündig, in der Tabelle „G“)

- Mechanik (45)
 - 1. Kinematik der Punktmasse
 - 2. Dynamik der Punktmasse
 - 3. Physik im Straßenverkehr und im Sport
 - 4. Gravitationsfeld
- Thermodynamik (45)
 - 1. Energie und Energieerhaltung
 - 2. Wärmeübertragungsprozesse
 - 3. Wärmemaschinen
 - 4. Möglichkeiten einer zukunftsfähigen Energieversorgung
- Elektrodynamik (45)
 - 1. Elektrisches Feld
 - 2. Magnetisches Feld
 - 3. Elektromagnetische Induktion
 - 4. Elektromagnetische Schwingungen und Wellen
- Quanten- und Kernphysik (45)
 - 1. Quantenphysik
 - 2. Kernphysik

Tab. C.14: Sachsen-Anhalt, Themen in den Jgg. 5-12. Die Zahlen in den Spalten beziehen sich auf die jeweiligen Seiten im Lehrplan SACHSEN-ANHALT (2003). Die roten Zahlen geben die empfohlenen Stundenzahlen für das jeweilige Hauptthemenfeld in einer Jgg. an.

Thema		Jahrgangsstufe						Anm.
		6	7/8	9	10	11/12G	11/12L	
empfohlene Gesamtstunden		50	108	54	54	180	230	
1	Optik	16			16			
1.1	Lichtquellen und Lichtausbreitung	22			77			
1.2	Absorption und Streuung des Lichts							
1.3	Reflexion des Lichts	27						
1.4	Brechung von Licht	28			77			
1.5	Abbildung durch Öffnungen und Linsen	28			77			
1.6	Optische Instrumente	29			77			
1.7	Das Auge	29			77			
1.8	Farben, Spektrum	27			77			
1.9	Licht als elektromagnetische Welle, Spektrum	27			77	127	105	
1.10	Beugung und Interferenz							
1.11	Polarisation							
2	Elektrizität		36	24		45	55	
2.1	Strom und einfache Stromkreise		54					
2.2	Permanentmagnetismus, statisches magn. Feld		57			124	102	
2.3	Wirkungen des elektrischen Stroms		54					
2.4	Elektrische Grundgrößen, OHM'sches Gesetz		56				101	
2.5	Komplexere Stromkreise		55					
2.6	Widerstand und spezifischer Widerstand			70				
2.7	Elektrische Arbeit und Leistung		42				100	
2.8	Elektromagnetismus, Magnetische Felder, Spule		57	68		125	102	
2.9	Ladungen und elektrische Felder		53			123	100	
2.10	Kraft auf elektrischen Strom, Elektromotor		58					
2.11	Glühelektrischer Effekt							
... Fortsetzung auf der nächsten Seite								

... Fortsetzung auf der nächsten Seite

Tab. C.14: Sachsen-Anhalt (Fortsetzung)

Thema	Jahrgangsstufe						Anm.
	6	7/8	9	10	11/12G	11/12L	
2.12 Bewegte Ladungen in Feldern					123	102	
2.13 Elektromagnetische Induktion			68		125	103	
2.14 Transformator, Fernübertragung			69		125	105	
2.15 Wechselstromtechnik			69		126	104	
2.16 Elektromagnetische Schwingungen				74	126	104	
2.17 Elektromagnetische Wellen				76	126	104	
2.18 Anwendungen		54					
3 Elektronik							
3.1 Einführung							
3.2 Halbleiter, Diode			70		129		
3.3 Transistor			70				
3.4 Einfache Schaltungen			70				
3.5 Mikroelektronik							
4 Mechanik	19	40	16	30	45	55	
4.1 Masse, Volumen und Dichte	30	44	66		114	88	
4.2 Kraftarten		44					
4.3 Kraft und Masse		45					
4.4 HOOKE'sches Gesetz		42					
4.5 Kräfteaddition und Zerlegung		44			115	90	
4.6 Grundgrößen der Kinematik	31		66		114	88	
4.7 Freier Fall, Wurf			67		114	88	
4.8 Kraft und Bewegungsänderung		42	67		115	88	
4.9 Arbeit, Energie und Leistung		49			115	90	
4.10 Einfache Maschinen		49					
4.11 Reibung und Fortbewegung		42			116		
4.12 Kreisbewegung			67		114	92	
... Fortsetzung auf der nächsten Seite							

Tab. C.14: Sachsen-Anhalt (Fortsetzung)

Thema	Jahrgangsstufe						Anm.
	6	7/8	9	10	11/12G	11/12L	
4.13 Impuls als Erhaltungsgröße					115	92	
4.14 Drehimpuls als Erhaltungsgröße						92	
4.15 Gravitationskraft und -feld					117	91	
4.16 KEPLER'sche Gesetze					117	91	
4.17 Druck		46					
4.18 Auftrieb		48					
4.19 Strömungslehre		48					
4.20 Mechanische Schwingungen				73			
4.21 Gekoppelte Schwingungen				74			
4.22 Mechanische Wellen				75			
4.23 Deterministisches Chaos, Nichtlineare Dynamik						90	
5 Akustik	6						
5.1 Akustische Phänomene	33			74			
5.2 Schallgeschwindigkeit	33						
5.3 Schwingungen und Wellen in der Akustik	33			74			
6 Spezielle Relativitätstheorie						17	
6.1 Einführung						108	
7 Wärmelehre	9	32			45	70	
7.1 Ausdehnung, Volumenänderungen	34	51					
7.2 Temperatur und Teilchenmodell	34	50					
7.3 Aggregatzustände und Aggregatzustandsänderungen	30	51					
7.4 Allgemeines Gasgesetz						93	
7.5 Kinetische Gastheorie						95	
7.6 Innere Energie, Wärmekapazität	30						
7.7 Wärme und Wärmeübertragung	35	50			119	96	
7.8 Energie und ihre Eigenschaften		43			118	98	
... Fortsetzung auf der nächsten Seite							

Tab. C.14: Sachsen-Anhalt (Fortsetzung)

Thema	Jahrgangsstufe						Anm.
	6	7/8	9	10	11/12G	11/12L	
7.9 Wärme und Wärmekraftmaschinen		52			121	99	
7.10 Wetter und Klima					120	97	
8 Struktur der Materie I			14		45	15	
8.1 Atommodell (Kern und Hülle)			71		130	112	
8.2 Aufnahme und Abgabe von Energie, Spektroskopie					129	112	
8.3 BOHR'sches Atommodell							
8.4 Quantenmechanisches Atommodell					128	111	
8.5 Kernphysik, Grundlagen			71		130	112	
8.6 Kernreaktionen			72			112	
8.7 Kernspaltung und Kernfusion			72		130	112	
8.8 Anwendungen der Kernphysik			72		131	113	
8.9 Teilchenphysik					129	113	
9 Struktur der Materie II							
9.1 Kondensierte Materie							
10 Quantenphysik						18	
10.1 Einführung					128	110	
11 Astrophysik und Kosmologie							
11.1 Einführung						91	
11.2 Sternbeobachtung							
11.3 Sonnensystem							
11.4 Die Sonne						96	
11.5 Fixsterne							
11.6 Weltall							
11.7 Kosmologie							
... Fortsetzung auf der nächsten Seite							

Tab. C.14: Sachsen-Anhalt (Fortsetzung)

Thema	Jahrgangsstufe						Anm.
	6	7/8	9	10	11/12G	11/12L	
12 Übergreifend				8		10	
12.1 Methoden der Physik				79		106	
12.2 Energietechnik, Energieversorgung							
12.3 Physik und Technik							
12.4 Physik und Sport							
12.5 Physik und Verkehr							
12.6 Physik im Haushalt							
12.7 Physik in Alltag und Unterhaltung							
12.8 Anw. in Medizin, Neurobiologie							
12.9 Physik und Informationstechnik							

C.15 Schleswig-Holstein

In Schleswig-Holstein gelten ab dem Schuljahr 2013/14 die Lehrpläne für das Fach Naturwissenschaften nach [SCHLESWIG-HOLSTEIN \(2013b\)](#) ab Jgg. 5/6 bis Jg. 10 (in der Gesamtschule) und für Physik nach [SCHLESWIG-HOLSTEIN \(2013c\)](#) für die Jgg. 7-10 (im Gymnasium). Die nachfolgende Zusammenstellung reflektiert das Fach Naturwissenschaften in Jgg. 5/6 und Physik in Jgg. 7-10, sowie die gymnasiale Oberstufe nach [SCHLESWIG-HOLSTEIN \(2002\)](#) (dieser Lehrplan ist noch für G9 ausgelegt, obwohl in Schleswig-Holstein inzwischen G8 gilt).

Hier die Übersicht über die Jgg. und Themen

Jgg. 5 und 6, Naturwissenschaften

Physikalische Themen werden nur am Rande eines überwiegend biologisch orientierten Curriculums (inklusive Sexualunterricht) gestreift.

- Wasser als Lebenselement
- Luft als Lebenselement
- Sonnenenergie als Lebenselement
- Boden als Lebensgrundlage
- Pflanzen in unserer Umwelt
- Tiere in unserer Umwelt
- Ich und andere Menschen
- Wir nutzen elektrische Energie
- Erschließen der Umwelt

In der Gesamtschule wird auch in den Jgg. 7-10 Naturwissenschaften unterrichtet (in Tab. [C.15](#) nicht gelistet).

Jgg. 7, Physik

- Elektrische Beleuchtung (Themenbereich: Elektrischer Strom) 14 Std.
- Hitze, Kälte, Wärmeisolierung (Themenbereich: Temperatur und Wärme) 12 Std.
- Licht und Schatten (Themenbereich: Geradlinige Lichtausbreitung) 12 Std.
- Bewegungen und Kraft (Themenbereich: Bewegungen) 10 Std.

Jgg. 8, Physik

- Elektromotoren verändern unser Leben (Themenbereich: Elektromagnetismus) 14 Std.
- Dichte, Druckdifferenz als Antrieb (Themenbereich: Dichte und Druck) 16 Std.
- Bildentstehung und Abbildungen (Themenbereich: Bildentstehung und optische Geräte, Farben) 18 Std.

Jg. 9, Physik

- Steuerung elektrischer Energietransporte (Themenbereich: Elektrischer Strom und Spannung) 12 Std.
- Verkehrssicherheit und Kraft (Themenbereich: Kraft und Energie) 14 Std.
- Temperatur, Wärme, Klimaänderung (Themenbereich: Wärme und Klima) 14 Std.
- Elektronische Schaltungen, Funktion, Anwendung (Themenbereich: Mikroelektronik) 10 Std.

Jg. 10, Physik

- Versorgung mit elektrischer Energie (Themenbereich: Elektrische Energieübertragung, Leistung) 12 Std.

- Kernenergie – Verantwortung, Chancen, Risiken (Themenbereich: Kernenergie) 20 Std.
- „Energieverbrauch“ und Energieerhaltung (Themenbereich: Energieversorgung) 16 Std.

Bemerkenswert: Obwohl diese Lehrpläne neuesten Datums sind, wird keinerlei Bezug auf die KMK Bildungsstandards genommen. Unter dem Begriff „Kompetenzen“ findet man: Sachkompetenz, Methodenkompetenz, Selbstkompetenz und Sozialkompetenz. Die Basiskonzepte tauchen überhaupt nicht auf.

Gymnasiale Oberstufe

Es werden folgende „Kursthemen“ für das 13-jährige Gymnasium beschrieben.

- Jahrgangsstufe 11: Mechanik und Wellen
- Grundkurs 12.1: Elektrische Ladung und Felder
- Grundkurs 12.2: Quantenphysik des Lichts
- Grundkurs 13.1: Quantenphysik des Atoms
- Grundkurs 13.2 (Wahlkurse): Astrophysik / Spezielle Relativitätstheorie / Thermodynamik / Atom- und Kernphysik
- Leistungskurs 12.1: Elektrisches und magnetisches Feld
- Leistungskurs 12.2: Schwingungen, Wellen, Wellenpakete
- Leistungskurs 13.1: Elemente der Quantenphysik und Atomphysik
- Leistungskurs 13.2 (Wahlkurse): Thermodynamik / Spezielle Relativitätstheorie / Kernphysik / Festkörperphysik / Astrophysik

Tab. C.15: Schleswig-Holstein, Themen in den Jgg. 5-13. Die Zahlen in den Spalten beziehen sich auf die jeweiligen Seiten in den Lehrplänen: für Jgg. 5/6 nach SCHLESWIG-HOLSTEIN (2013b), für Jgg. 7-10 nach SCHLESWIG-HOLSTEIN (2013c), für Jgg. 11-13 (Grundkurse 12G und 13G, Leistungskurse 12L und 13L) nach SCHLESWIG-HOLSTEIN (2002). Die roten Zahlen geben die empfohlenen Stundenzahlen für das jeweilige Hauptthemenfeld in einer Jgg. an. In den Spalten sind die Seitenzahlen der jeweiligen Lehrpläne vermerkt, ein nachgestelltes W bedeutet Wahlkurs.

Thema		Jahrgangsstufe									Anmerkungen	
		5/6	7	8	9	10	11	12G	12L	13G		13L
empfohlene Gesamtstunden			48	48	50	48						
1	Optik		12	18								
1.1	Lichtquellen und Lichtausbreitung	20	83									
1.2	Absorption und Streuung des Lichts	20						38				
1.3	Reflexion des Lichts	20										
1.4	Brechung von Licht			92								
1.5	Abbildung durch Öffnungen und Linsen		83	92								
1.6	Optische Instrumente			91								
1.7	Das Auge			92								
1.8	Farben, Spektrum			93			35		48			
1.9	Licht als elektromagnetische Welle, Spektrum			93			35	38	48			
1.10	Beugung und Interferenz						35	38	48			
1.11	Polarisation											
2	Elektrizität		14	14	12	12						
2.1	Strom und einfache Stromkreise	22	78		103							
2.2	Permanentmagnetismus, statisches magn. Feld	22		87				37	45			
2.3	Wirkungen des elektrischen Stroms	22										
2.4	Elektrische Grundgrößen, OHM'sches Gesetz		87		95							
2.5	Komplexere Stromkreise		78		95							
2.6	Widerstand und spezifischer Widerstand	22	78									
... Fortsetzung auf der nächsten Seite												

Tab. C.15: Schleswig-Holstein (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe										Anmerkungen
		5/6	7	8	9	10	11	12G	12L	13G	13L	
2.7	Elektrische Arbeit und Leistung	22										
2.8	Elektromagnetismus, Magnetische Felder, Spule	22	87			105		37	45			
2.9	Ladungen und elektrische Felder				103			37	45			
2.10	Kraft auf elektrischen Strom, Elektromotor	22		88								
2.11	Glühelektrischer Effekt			95								
2.12	Bewegte Ladungen in Feldern					105		37	45			
2.13	Elektromagnetische Induktion					105			45			
2.14	Transformator, Fernübertragung					105						
2.15	Wechselstromtechnik								46			
2.16	Elektromagnetische Schwingungen								46			
2.17	Elektromagnetische Wellen								46			
2.18	Anwendungen	22										
3	Elektronik				10							
3.1	Einführung								46			
3.2	Halbleiter, Diode										45W	
3.3	Transistor				103				46			
3.4	Einfache Schaltungen				103				46			
3.5	Mikroelektronik								46			
4	Mechanik		10	16	14							
4.1	Masse, Volumen und Dichte			89	97		34					
4.2	Kraftarten				97							
4.3	Kraft und Masse						34					
4.4	HOOKE'sches Gesetz		85									
4.5	Kräfteaddition und Zerlegung				97							
4.6	Grundgrößen der Kinematik		85		98		34					
4.7	Freier Fall, Wurf						34					
4.8	Kraft und Bewegungsänderung		85		97		34		46			
4.9	Arbeit, Energie und Leistung				98		34					
... Fortsetzung auf der nächsten Seite												

Tab. C.15: Schleswig-Holstein (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe										Anmerkungen
		5/6	7	8	9	10	11	12G	12L	13G	13L	
4.10	Einfache Maschinen	20	86	89	98	100	34	37	46	46	48	
4.11	Reibung und Fortbewegung											
4.12	Kreisbewegung											
4.13	Impuls als Erhaltungsgröße											
4.14	Drehimpuls als Erhaltungsgröße											
4.15	Gravitationkraft und -feld											
4.16	KEPLER'sche Gesetze											
4.17	Druck											
4.18	Auftrieb											
4.19	Strömungslehre											
4.20	Mechanische Schwingungen											
4.21	Gekoppelte Schwingungen											
4.22	Mechanische Wellen											
4.23	Deterministisches Chaos, Nichtlineare Dynamik											
5	Akustik						35		48			
5.1	Akustische Phänomene						35		48			
5.2	Schallgeschwindigkeit						35		48			
5.3	Schwingungen und Wellen in der Akustik						35		48			
6	Spezielle Relativitätstheorie											
6.1	Einführung									41W	52W	
7	Wärmelehre	20	12	80	14	16				43	52,52W 52	
7.1	Ausdehnung, Volumenänderungen				100							
7.2	Temperatur und Teilchenmodell				107							
7.3	Aggregatzustände und Aggregatzustandsänderungen											
7.4	Allgemeines Gasgesetz											
7.5	Kinetische Gastheorie											
... Fortsetzung auf der nächsten Seite												

Tab. C.15: Schleswig-Holstein (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe										Anmerkungen
		5/6	7	8	9	10	11	12G	12L	13G	13L	
7.6	Innere Energie, Wärmekapazität											
7.7	Wärme und Wärmeübertragung	20	80		100	110					51	
7.8	Energie und ihre Eigenschaften		81			110						
7.9	Wärme und Wärmekraftmaschinen					107						
7.10	Wetter und Klima				100	43				43W	51W	
8	Struktur der Materie I (s. auch 7.2)					20						
8.1	Atommodell (Kern und Hülle)					107				44W	53W	
8.2	Aufnahme und Abgabe von Energie, Spektroskopie									39		
8.3	BOHR'sches Atommodell											
8.4	Quantenmechanisches Atommodell									40	50	
8.5	Kernphysik, Grundlagen					107		37		40	50	
8.6	Kernreaktionen					107					53W	
8.7	Kernspaltung und Kernfusion					107						
8.8	Anwendungen der Kernphysik					107				44W	53W	
8.9	Teilchenphysik										53W	
9	Struktur der Materie II											
9.1	Kondensierte Materie											
10	Quantenphysik											
10.1	Einführung									39	50	
11	Astrophysik und Kosmologie											
11.1	Einführung										55W	
11.2	Sternbeobachtung									42W	55W	
11.3	Sonnensystem	20					36			42W	55W	
11.4	Die Sonne	20				107					55W	
11.5	Fixsterne									42W	55W	
11.6	Weltall										55W	
11.7	Kosmologie										55W	
... Fortsetzung auf der nächsten Seite												

Tab. C.15: Schleswig-Holstein (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe										Anmerkungen
		5/6	7	8	9	10	11	12G	12L	13G	13L	
12	Übergreifend											
12.1	Methoden der Physik											
12.2	Energietechnik, Energieversorgung											
12.3	Physik und Technik											
12.4	Physik und Sport											
12.5	Physik und Verkehr											
12.6	Physik im Haushalt											
12.7	Physik in Alltag und Unterhaltung											
12.8	Anw. in Medizin, Neurobiologie											
12.9	Physik und Informationstechnik											

C.16 Thüringen

In Thüringen wird in Jahrgangsstufe (Jgg.) 5/6 das Fach „Mensch – Natur – Technik (MNT)“ unterrichtet, für die Jgg. 7-12 gilt ab 2012 ein einheitlicher „Lehrplan für den Erwerb der allgemeinen Hochschulreife“ im Fach Physik THÜRINGEN (2012). Laut Lehrplan sollen in den Jgg. 9/10 insgesamt 50 Stunden bilingualer Sachunterricht (in allen nicht sprachlichen Fächern) unterrichtet werden.

Die vier Basiskonzepte der KMK werden im Vorspann erwähnt, lassen sich aber (bis auf den Begriff „Wechselwirkung“) in den Lehrplänen kaum als „strukturierend“ erkennen.

Die Methoden- und Sachkompetenzen werden nach folgenden Themenbereichen gegliedert:

Hier die Übersicht über die Jgg. und Themenbereiche

Jgg. 5/6, Mensch, Natur, Technik

Physikalische Themen werden nur am Rande eines überwiegend biologisch orientierten Curriculums behandelt. Explizit werden folgende physikalische Themen genannt:

- Körper bestehen aus Teilchen.
- Körper können verschiedene Aggregatzustände annehmen.
- Körper können aufeinander einwirken.
- Körper können sich bewegen.
- Körper beeinflussen Strömungen.
- Energie kann übertragen und umgewandelt werden.
- Luft als Lebelement

In der Gesamtschule werden auch in den Jgg. 7-10 Naturwissenschaften unterrichtet (nicht in Tab. C.16 gelistet).

Der Lehrplan Physik sieht in den Jgg. 7-12 folgende Themenbereiche vor (jeweils differenziert nach Sach- und Methodenkompetenz einerseits sowie Selbst- und Sozialkompetenz andererseits):

Jgg. 7/8, Physik

- Kraft, Druck und mechanische Energie
- Geladene Körper, Stromkreise, elektrische Größen und elektrische Leitungsvorgänge
- Temperatur, Wärme und Zustandsänderungen
- Lichtausbreitung und Bildentstehung

Jgg. 9/10, Physik

- Elektromagnetische Wechselwirkungen
- Bewegungen, Kräfte und Erhaltungssätze
- Radioaktivität

Einführungsphase der Oberstufe (Jg. 11)

Jeweils auf grundlegendem bzw. erhöhtem Anforderungsniveau

1. Kräfte und Bewegungen
2. Elektrische Größen und elektrische Leitungsvorgänge
3. Temperatur, Wärme und Zustandsänderungen
4. Lichtausbreitung und Bildentstehung
5. Erhaltungssätze
6. Radioaktivität

Qualifikationsphase der Oberstufe (Jg. 12)

Jeweils auf grundlegendem bzw. erhöhtem Anforderungsniveau, soweit nicht anders erwähnt.

1. Felder und Wechselwirkungen
2. Schwingungen und Wellen
3. Optik
4. Spezielle Relativitätstheorie (nur erhöhtes Anforderungsniveau)
5. Quantenphysik

Tab. C.16: Thüringen (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe						Anmerkungen
		BW	BY	BE	BB	12G	12L	
2.17	Elektromagnetische Wellen					38	38	
2.18	Anwendungen							
3	Elektronik							
3.1	Einführung		15					
3.2	Halbleiter, Diode		15		26			
3.3	Transistor		15					
3.4	Einfache Schaltungen							
3.5	Mikroelektronik							
4	Mechanik							
4.1	Masse, Volumen und Dichte		12					
4.2	Kraftarten		12		26			
4.3	Kraft und Masse		12	22	26			
4.4	HOOKE'sches Gesetz		12		26			
4.5	Kräfteaddition und Zerlegung		12	22	26			
4.6	Grundgrößen der Kinematik	7, 16		21	26			
4.7	Freier Fall, Wurf			21	26			
4.8	Kraft und Bewegungsänderung	7, 16	12	22	26			
4.9	Arbeit, Energie und Leistung	8	13	22	30			
4.10	Einfache Maschinen		12	22				
4.11	Reibung und Fortbewegung		12					
4.12	Kreisbewegung			22	26			
4.13	Impuls als Erhaltungsgröße			23	30			
4.14	Drehimpuls als Erhaltungsgröße							
4.15	Gravitationkraft und -feld			22	26		33	
4.16	KEPLER'sche Gesetze				26			
4.17	Druck		13					
4.18	Auftrieb	16	13					
... Fortsetzung auf der nächsten Seite								

Tab. C.16: Thüringen (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe						Anmerkungen
		BW	BY	BE	BB	12G	12L	
4.19	Strömungslehre	8, 16		23				
4.20	Mechanische Schwingungen			22		37	37	
4.21	Gekoppelte Schwingungen			22				
4.22	Mechanische Wellen			22		38	38	
4.23	Deterministisches Chaos, Nichtlineare Dynamik							
5	Akustik							
5.1	Akustische Phänomene			23				
5.2	Schallgeschwindigkeit			23				
5.3	Schwingungen und Wellen in der Akustik			23				
6	Spezielle Relativitätstheorie							
6.1	Einführung					41	41	
7	Wärmelehre							
7.1	Ausdehnung, Volumenänderungen		16		28			
7.2	Temperatur und Teilchenmodell	8	16		28			
7.3	Aggregatzustände und Aggregatzustandsänderungen	7	16		29			
7.4	Allgemeines Gasgesetz					46	46	
7.5	Kinetische Gastheorie					46	46	
7.6	Innere Energie, Wärmekapazität		16			47	47	
7.7	Wärme und Wärmeübertragung	8	16					
7.8	Energie und ihre Eigenschaften	7, 8	13	22	30	47	47	
7.9	Wärme und Wärmekraftmaschinen			23				
7.10	Wetter und Klima							
8	Struktur der Materie I (s. auch 7.2)							
8.1	Atommodell (Kern und Hülle)			4		44	44	
8.2	Aufnahme und Abgabe von Energie, Spektroskopie							
8.3	BOHR'sches Atommodell							
8.4	Quantenmechanisches Atommodell					42	42	
8.5	Kernphysik, Grundlagen		14	24	31	44	44	
8.6	Kernreaktionen			24	31	45	45	
... Fortsetzung auf der nächsten Seite								

Tab. C.16: Thüringen (Fortsetzung)

Thema		Jahrgangsstufe						Anmerkungen
		BW	BY	BE	BB	12G	12L	
8.7	Kernspaltung und Kernfusion	8		24	31	45	45	
8.8	Anwendungen der Kernphysik			24				
8.9	Teilchenphysik					42	42	
9	Struktur der Materie II							
9.1	Kondensierte Materie							
10	Quantenphysik							
10.1	Einführung					42	42	
11	Astrophysik und Kosmologie							
11.1	Einführung			23				
11.2	Sternbeobachtung							
11.3	Sonnensystem							
11.4	Die Sonne							
11.5	Fixsterne							
11.6	Weltall							
11.7	Kosmologie							
12	Übergreifend	8, 9						
12.1	Methoden der Physik							
12.2	Energietechnik, Energieversorgung							
12.3	Physik und Technik							
12.4	Physik und Sport							
12.5	Physik und Verkehr							
12.6	Physik im Haushalt							
12.7	Physik in Alltag und Unterhaltung							
12.8	Anw. in Medizin, Neurobiologie							
12.9	Physik und Informationstechnik							

Zur Analyse der Lehrpläne nach Themenfeldern

Im Hauptteil der Studie, [Tab. 2.2](#) haben wir tabellarisch die „*grundsätzlich wichtigen Themenfelder für das Schulfach Physik*“ zusammengestellt. Diese Themen finden sich, mit je spezifischen Schwerpunkten, in unterschiedlichen Jahrgängen und unterschiedlicher Tiefe und Breite in praktisch allen Lehrplänen der 16 Bundesländer. Die nachfolgende, etwas ausführlichere Charakterisierung der Themen reflektiert die Inhalte der kanonischen Fachgebiete der Physik als übergreifendes Ordnungsmerkmal, während die Lehrpläne der Länder unterschiedliche Überschriften und vielfach Zuordnungen zu (erhofft) schülernahen Kontexten benutzen. Wir stellen hier die Optik an den Anfang (anstelle der traditionellen Mechanik) – als ein in vielen Lehrplänen in der Anfangsphase der Schulphysik dominierendes Themenfeld – von Schülern und Schülerinnen möglicherweise als besonders (alltags)nah empfunden. Auch [LEIFI-PHYSIK \(2013\)](#) benutzt eine ähnliche Gliederung.

Die Quellen für die Einzelanalyse sind:

[BADEN-WÜRTTEMBERG \(2004c\)](#)
[BAYERN \(2004g\)](#). Einzelpläne nach Jahrgängen: [BAYERN \(2004c,d,e,f,a,b\)](#)
[BERLIN \(2006c,b,a\)](#)
[BRANDENBURG \(2008b,a, 2011\)](#)
[BREMEN \(2006, 2008\)](#)
[HAMBURG \(2004, 2011a,b\)](#)
[HESSEN \(2010\)](#)
[MECKLENBURG-VORPOMMERN \(2006, 2010, 2011\)](#)
[NIEDERSACHSEN \(2007a, 2009\)](#)
[NORDRHEIN-WESTFALEN \(2008, 2013a\)](#)
[RHEINLAND-PFALZ \(2010c, 2014, 1999\)](#)
[SAARLAND \(2005, 2006, 2008, 2012a, 2013\)](#)
[SACHSEN \(2011\)](#)
[SACHSEN-ANHALT \(2003\)](#)
[SCHLESWIG-HOLSTEIN \(2013b,c, 2002\)](#)
[THÜRINGEN \(2015, 2012\)](#)

Die nachfolgende Gliederung der Fachinhalte der Schulphysik bildet die Basis unserer Analyse der Lehrpläne aller 16 Bundesländer, über die [Tab. B.1](#) einen Gesamtüberblick gibt. [Anhang C](#) präsentiert die länderspezifischen Einzelheiten.

1 Optik

1.1 Lichtquellen und Lichtausbreitung

Lichtquellen, Lichtausbreitung, Schatten, Mond- und Sonnenfinsternis, Lichtgeschwindigkeit, Konstruktion der Lichtwege und Strahlengänge

1.2 Absorption und Streuung des Lichts

Streuung des Lichts, vom elementaren Phänomen bis zum Himmelsblau

1.3 Reflexion des Lichts

Umkehr des Lichtwegs, Spiegelgesetze, Reflexion und Reflexionsgesetz

1.4 Brechung von Licht

Lichtbrechung, Optische Hebung, Brechungsgesetz, Totalreflexion, Grenzwinkel, optische Dichte, optische Weglänge

1.5 Abbildung durch Öffnungen und Linsen

Lochkamera, Bildentstehung, Prismen, Konvex- und Konkavlinen, Sammellinsen, Brennpunkt, Bildweite Brennweite, Linsengleichungen, virtuelle und reelle Bilder, Abbildungsmaßstab, Vergrößerungsverhältnis

1.6 Optische Instrumente

Mikroskop, Fotoapparat, KEPLER-Fernrohr

1.7 Das Auge

Bildentstehung auf der Netzhaut, Optische Sehhilfen

1.8 Farben, Spektrum

Dispersion von Licht, Spektralfarben, additive und subtraktive Farbmischung

1.9 Licht als elektromagnetische Welle, Spektrum

Wechselwirkung zwischen Licht und Materie, HERTZ'sche Wellen, Vergleich Licht und HERTZ'sche Wellen, typische Frequenzen und Wellenlängen, Wellenlängen und Licht, Regenbogen

1.10 Beugung und Interferenz

Doppelspalt und Gitter

1.11 Polarisation

Wird meist nur kurz in der [Sek II](#) angesprochen

1.12 Laser

Wird nur ganz selten und eher peripher in den Lehrplänen der Länder angesprochen (Wahlthema), sodass wir es bei der Analyse in Anhang [C](#) nicht separat ausweisen, sondern zu einem der obigen Themen rechnen.

2 Elektrizität

2.1 Strom und einfache Stromkreise

Einfache Schaltskizzen, einfache Stromkreise, Reihen und Parallelschaltung, Strom als Bewegung von Ladungsträgern, Stromkreise im Haushalt

2.2 Permanentmagnetismus, statisches magn. Feld

Elementarmagnete, Magnetfelder, Erde als Magnet mit Nordpol und Südpol, magnetische Influenz

2.3 Wirkungen des elektrischen Stroms

Auswirkungen des elektrischen Stroms, Gefahren des elektrischen Stroms, Licht- und Wärmewirkung, Magnetische Wirkung, Chemische Wirkung,

2.4 Elektrische Grundgrößen, OHM'sches Gesetz

Ladung, Stromstärke, Spannung, Widerstand, OHM'sches Gesetz, Messungen an Stromkreisen

2.5 Komplexere Stromkreise

KIRCHHOFF'sche Gesetze, Verzweigte Stromkreise

2.6 Widerstand und spezifischer Widerstand

Elektrische Leitfähigkeit, Widerstandsänderung bei Erwärmung, Leitungsvorgang in metallischen Leitern, Aufbau der Metalle, Isolatoren

2.7 Elektrische Arbeit und Leistung

Wechsel der Energieformen, Energiespeicherung, Akkumulatoren, Batterien, Energieabrechnungen, Energieumwandlung bei Haushaltsgeräten, elektrische Leistung, elektrische Energie, Wirkungsgrad

2.8 Elektromagnetismus, Magnetische Felder, Spule

Magnetisierung von Eisen, Modell des magnetischen Feldes, die Spule und ihre Anwendung.

2.9 Ladungen und elektrische Felder

Elektrische Ladung, Kondensator, Kräfte zwischen ruhenden Ladungen, elektrische Influenz, Modell des elektrischen Feldes, Elektrostatische Wechselwirkungen

2.10 Kraft auf elektrischen Strom, Elektromotor

Elektromotor

2.11 Glühelektrischer Effekt

Glühemission, BROWN'sche Röhre

2.12 Bewegte Ladungen in Feldern

LORENTZkraft, Blitze, Stromfluss im Vakuum, BRAUN'sche Röhre, Oszilloskop, Bilderzeugung im Fernseher

2.13 Elektromagnetische Induktion

Induktionsgesetz, LENZ'sche Regel, Dynamo und Licht am Fahrrad, Generator

2.14 Wechselstromtechnik

Wechselspannung und Wechselstrom

2.15 Transformator, Fernübertragung

Spannungs- und Stromstärkeübersetzung, unbelasteter Transformator, Transformatorgesetze, Energietransport in der Hochspannungstechnik

2.16 Elektromagnetische Schwingungen

2.17 Elektromagnetische Wellen

2.18 Anwendungen

medizinische Anwendung, Umgang mit Elektrogeräten

3 Elektronik

3.1 Einführung

3.2 Halbleiter, Diode

Leitungsvorgang in metallischen Halbleitern, Leuchtdioden und Solarzellen

3.3 Transistor

3.4 Einfache Schaltungen

3.5 Mikroelektronik

4 Mechanik

4.1 Masse, Volumen und Dichte

Dichteformel und Dichte als Materialkonstante, Modell der Punktmasse, Masse

4.2 Kraftarten

Bremstechnik, Hangabtriebskraft, Magnetkraft, Wind- und Wasserkraft

4.3 Kraft und Masse

Gewichtskraft, Ortsfaktor

4.4 HOOKE'sches Gesetz

Dehnungsverhalten von Körpern, Verformung durch Kraft, Federkraft, Federkraftmesser, Kraftmesser

4.5 Kräfteaddition und Zerlegung

Kraftvektoren, Kräfteparallelogramm, Kräftegleichgewicht, Betrag, Richtung und Angriffspunkt

4.6 Grundgrößen der Kinematik

Weg, Zeit, Geschwindigkeit, Bewegungsarten und Bewegungsformen, Beschleunigte Bewegung, Mittlere Geschwindigkeit, Bezugssysteme, Weg-Zeit-Gesetz bei gleichförmiger Bewegung, Ausgleichskurve, Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit, Geschwindigkeitsvektoren, Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm, Weg-Zeit-Gesetz bei beschleunigter Bewegung, Beschleunigungsvektor, Superpositionsprinzip, Verzögerte Bewegungen

4.7 Freier Fall, Wurf

Waagerechter und schräger Wurf

4.8 Kraft und Bewegungsänderung

Trägheitsgesetz, Bewegungsänderung durch Kraft, NEWTON'sche Gesetze, Dynamischer Kraftbegriff

4.9 Arbeit, Energie und Leistung

Arbeit und Energie, Energietransport, mechanische Energieformen, Energieumwandlung, Leistung, Wirkungsgrad

4.10 Einfache Maschinen

Kraftmaschinen in Transport und Bauwesen, Werkzeuge zur Bewegung großer Massen, Hebelgesetz, Schiefe Ebene, goldene Regel der Mechanik, Drehmoment, Bau eines Flaschenzugs, Gangschaltung am Fahrrad

4.11 Reibung und Fortbewegung

Reibungskraft

4.12 Kreisbewegung

Kreisbewegungen und Kräfte, Kreisbewegung als Beschleunigung

4.13 Impuls als Erhaltungsgröße

Impulserhaltungssatz und Anwendungen

4.14 Drehimpuls als Erhaltungsgröße

4.15 Gravitationkraft und -feld

4.16 KEPLER'sche Gesetze

4.17 Druck

Flächendruck, Hydrostatischer Druck in Flüssigkeiten und Gasen, Luftdruck, Schweredruck, Blutdruck und Messung, Druckeinheiten, Abhängigkeit von Höhe der Flüssigkeitssäule, Inkompressibilität bei Flüssigkeiten, allseitige Druckausbreitung, Verbundene Gefäße (kommunizierende Röhren), Dichteunterschied und Auftrieb, Luftpumpen, Flüssigkeiten und Gase als Medien für Kraftwandler, Reifendruck

4.18 Auftrieb

Schwimmen, Schweben, Sinken in Flüssigkeiten, Gesetz des ARCHIMEDES, Kompressibilität bei Gasen, Gefahren beim Schwimmen und Tauchen

4.19 Strömungslehre

Fliegen

4.20 Mechanische Schwingungen

Schwingungen und Kenngrößen, Schwingungsdauer, Auslenkung, Amplitude, Frequenz, Frequenzbestimmung, Beispiele mechanischer Schwingungen im Alltag, Darstellung von Schwingungen, Fadenpendel, vertikaler Federschwinger, Dämpfung von Schwingungen, Resonanz, Schwingungsenergie

4.21 Gekoppelte Schwingungen

4.22 Mechanische Wellen

Darstellungsformen von Wellen, Longitudinal- und Transversalwellen, Energieübertragung bei Wellen, Beugung, Brechung, Reflexion, HUYGEN'sches Prinzip, Interferenz

4.23 Deterministisches Chaos, Nichtlineare Dynamik

5 Akustik

5.1 Akustische Phänomene

Schall und Schallerzeugung, Töne von Saiten und Membranen, Sinusgenerator, Lautsprecher, Mikrophon, Oszilloskop

5.2 Schallgeschwindigkeit

Schallausbreitung, Lautstärkemessung

5.3 Schwingungen und Wellen in der Akustik

Lärm, Lärmvermeidung, Lärmschutz, Zusammenhang von Ton und Frequenz

6 Spezielle Relativitätstheorie

6.1 Einführung

Relativität und Gleichzeitigkeit, Zeitdilatation, Längenkontraktion, MINKOWSKI-Diagramme, relativistische Masse, Masse-Energie-Beziehung

7 Wärme und Temperatur

7.1 Ausdehnung, Volumenänderungen

Längen- und Volumenänderungen bei Temperaturänderung

7.2 Temperatur und Teilchenmodell

Modellvorstellung und Deutung des Temperaturbegriffs, Temperaturmessung, Zusammenhang von Temperatur und Teilchenbewegung

7.3 Aggregatzustände und Aggregatzustandsänderungen

Anomalie des Wassers, Volumenänderungen bei festen, flüssigen, gasförmigen Körpern, Zustandsgleichung idealer Gase, Aggregatzustandsänderungen, Kältemischung

7.4 Allgemeines Gasgesetz

7.5 Kinetische Gastheorie

7.6 Innere Energie, Wärmekapazität

BROWN'sche Bewegung, Diffusion, Adhäsion und Kohäsion, spezifische Wärmekapazität, Nutzung innerer Energie, Energieerhaltungssatz, Reversible und irreversible Energieentwertung

7.7 Wärme und Wärmeübertragung

Wärmeleitung, Konvektion, Wärmestrahlung, Wärmeübertragung von kalten und warmen Körpern, Modelle zur Wärmeleitung und -Strömung, Schmelzwärme, Verdunstungswärme, Verdampfungswärme, Absolute Temperatur und Temperaturskalen, Gesetze von GAY-LUSSAC und BOYLE-MARIOTTE, Fließgleichgewicht der Erde, Wärmewiderstand, Unterschied Temperatur und Wärme

7.8 Energie und ihre Eigenschaften

Wärmetransport und Energieaustausch, Wärmeenergie, mechanische Energieformen, Energieerhaltung und Energieentwertung, STIRLING'scher Kreisprozess, Wirkungsgrad

7.9 Wärme und Wärmekraftmaschinen

Dampfmaschine, Verbrennungsmotor, Heizwert, Nachhaltigkeit, Einsparungsmöglichkeiten, Fossile Brennstoffe und regenerative Energien, Kraftwerke

7.10 Wetter und Klima

7.11 Deterministisches Chaos, Nichtlineare Dynamik

7.12 Entropie

Kommt nur in sehr wenigen Lehrplänen überhaupt vor, auch wenn der zweite Hauptsatz von fundamentaler Bedeutung ist. Wir berücksichtigen diesen Begriff daher bei der Auswertung der Lehrpläne in Anhang C nicht als eigenes Thema, sondern im Rahmen von [7.7 Wärme und Wärmeübertragung](#).

8 Struktur der Materie (Atome, Kerne)

8.1 Atommodell (Kern und Hülle)

Teilchenmodelle und -Anordnungen, Teilchenmodell nach RUTHERFORD

8.2 Aufnahme und Abgabe von Energie, Spektroskopie

8.3 BOHR'sches Atommodell

8.4 Quantenmechanisches Atommodell

8.5 Kernphysik, Grundlagen

Kernbausteine und Ladungen, Elemente im Periodensystem, Isotope

8.6 Kernreaktionen

stabiler und instabiler Atomkern, Zerfallsreihen und Nuklidkarte

8.7 Kernspaltung und Kernfusion

Kernspaltung und Radioaktivität, Strahlungsarten (α, β, γ), terrestrische, kosmische und technische Strahlung, Absorptionsvermögen, Ionisierungsvermögen, Halbwertszeit, Umweltbelastung bei radioaktiven Transporten und Lagerungen, Dosimetrie, Strahlenschutzmaßnahmen, Energiedosis und Äquivalentdosis

8.8 Anwendungen der Kernphysik

Kernreaktor, Endlager, medizinische Anwendung

8.9 Teilchenphysik

Fundamentale Wechselwirkungen, Teilchen-Antiteilchen, Streuexperimente, Leptonen, Hadronen, Spin, Standardmodell, Quarks

8.10 (Moleküle)

Moleküle werden im Schulfach Chemie sehr umfassend behandelt. Auch wenn die physikalische Betrachtungsweise sich von chemischen unterscheidet, wird das Thema im Physikunterricht in der Regel nicht vermittelt.

9 Struktur der Materie

9.1 Kondensierte Materie

Das Thema kondensierte Materie kommt – so wichtig es auch für unser Naturverständnis und für technische Anwendungen ist – in der Schulphysik nur sehr selten vor.

10 Quantenphysik

10.1 Einführung

Die nachfolgenden Themen werden in den Lehrplänen typischerweise nur sehr knapp behandelt, sodass wir sie bei der Analyse in Anhang C sämtlich hier zusammenfassen.

10.2 Welle-Teilchen-Dualismus

10.3 Quantisierung, Energie, Drehimpuls, Photonen usw.

10.4 Wellenpakete

10.5 Verschränkte Zustände

10.6 Quantengase

BOSE- und FERMI-Teilchen, Statistik

11 Astrophysik und Kosmologie

11.1 Einführung

Das astronomische Weltbild von der Antike bis KEPLER, historische Entwicklung

11.2 Sternbeobachtung

Scheinbare Himmelshalbkugel, Sterne, trigonometrische Entfernungsbestimmung.

11.3 Sonnensystem

KEPLER'sche Gesetze, Bahnen der Gestirne, Überblick über typische astronomische Objekte, Tägliche und jährliche Bewegung von Himmelskörpern, Photosphärentemperatur, Bestimmung von Massen und Bahnparametern im Sonnensystem

11.4 Die Sonne

Spektrum der Sonne, Energieabstrahlung der Sonne, Solarkonstante, Vergleich mit anderen Sternen, Entfernung Erde Sonne, Strahlungsleistung und Bestrahlungsstärke, Energieerzeugung im Inneren der Sonne, Entstehung der Sonnenenergie, Möglichkeiten der Nutzung von Solarenergie, Aufbau der Sonne und Energietransport, Größe der Sonne, historische Entwicklung, Vorgänge auf der Sonnenoberfläche

11.5 Fixsterne

Entfernungsbestimmung und Bewegung von Sternen, Zustandsgrößen von Sternen, Sternentwicklung, HERTZSPRUNG-RUSSELL-Diagramm

11.6 Weltall

Entfernungsbestimmung von Galaxien

11.7 Kosmologie

11.8 Raumfahrt

Das Thema wird so selten in den Lehrplänen genannt, dass wir es bei der Analyse in Anhang C nicht separat ausweisen, sondern im Rahmen von [11.6Weltall](#) berücksichtigen.

12 Übergreifend

12.1 Methoden der Physik

Hier am Bsp. [BAYERN \(2004g\)](#) in [NT 5.1.1 Arbeitsmethoden](#):

- Beobachten, Untersuchen, Messen: z. B. Geräte wie Stoppuhr, Thermometer und Mikroskop einsetzen
- Sammeln, Vergleichen, Ordnen und Bestimmen: z. B. Herbarium oder Mineraliensammlung anlegen
- Experimentieren: z. B. Versuche planen, aufbauen, durchführen, auswerten
- Dokumentieren: z. B. Tabellen, Bilder, Diagramme und Texte erstellen, dabei verschiedene Medien einsetzen
- Entdecken und Forschen: z. B. Fragen stellen, Problemlösungen suchen, historische Ansätze nachempfinden
- Bauen und Erfinden: z. B. mit Werkzeugen und Geräten umgehen, konstruieren und testen
- Präsentieren: z. B. Ergebnisse vortragen; Ausstellung, Broschüre, Plakat gestalten
- Arbeiten im Team: z. B. Arbeit verteilen, Absprachen treffen, gemeinsam Verantwortung übernehmen

und in [Jahrgangstufe 7](#)

- Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten
- Sinnvolle Genauigkeitsangaben beim Rechnen mit physikalischen Größen machen und Einheiten richtig verwenden
- Informationsbeschaffung im Internet unter Einsatz geeigneter Werkzeuge und Suchstrategien

12.2 Energietechnik, Energieversorgung

Energieentwertung, Energiespeicherung, Fossile Energieversorgung, Regenerative Energieversorgung, Nachhaltigkeit

- 12.3 Physik und Technik**
- 12.4 Physik und Sport**
- 12.5 Physik und Verkehr**
- 12.6 Physik im Haushalt**
- 12.7 Physik in Alltag und Unterhaltung**
- 12.8 Anwendungen in Biologie, Medizin, Neurobiologie**
- 12.9 Physik und Informationstechnik, Computer, Simulation**

Internationaler Vergleich

Wir konzentrieren uns hier – nach einer kurzen Einführung in den **PISA** Rahmen – auf eine etwas ausführlichere Skizze der wohl umfassendsten aktuellen Empfehlungen aus den USA in Abschn. **E.2** und **E.3**. Einige weitere Vergleichsländer stellen wir kurz in Abschn. **E.4-E.8** vor. Es handelt sich um Auszüge aus Standards und Rahmenrichtlinien, die in den jeweiligen Ländern z.T. die Grundlage für die entsprechenden Lehrpläne (oder Arbeitsmaterialien) bilden.

E.1 PISA

Bei der internationalen Schulleistungsstudie der **OECD** (Programme for International Student Assessment, **PISA**), die seit 2000 alle drei Jahre durchgeführt wird, geht es (nach Aussage der Verantwortlichen) „nicht um das Beherrschen von Lehrplaninhalten. Vielmehr geht es um die Fähigkeit oder Kompetenz, Wissen in der Praxis anzuwenden.“ Für viele internationale Bemühungen, handlungsorientierte Standards zu erstellen, war die Konzeption bei **PISA** sicherlich ein Vorbild.

In einigen Ländern werden die zu erreichenden Qualifikationen in Handlungskontexte eingebettet. Das gilt auch für die deutschen Bildungsstandards, die neben dem Fachwissen Kompetenzbereiche umfassen, die handlungsorientiert sind (Erkenntnisgewinnung, Kommunikation, Bewertung). Die Entwicklungen bei **PISA** galten nicht der Konstruktion eines Rahmens für Lehrpläne, sondern der Beschreibung einer „Rahmenkonzeption naturwissenschaftlicher Grundbildung“ zum Zwecke der Konstruktion von Testaufgaben, die den vom Testprogramm erfassten Schülerinnen und Schülern zur Bearbeitung vorgelegt wurden. Abbildung **E.1** illustriert die Verschränkung von Handlungen (Kompetenzen), Unterrichtszielen und Kontexten (Lebenssituationen) nach **OECD (2006)** (Aktuelle Informationen zu PISA 2012 findet man unter **PISA, 2012**).

Als Situationen werden Kontexte mit persönlichem, sozialem oder globalem Bezug angegeben: Gesundheit, Natürliche Ressourcen, Umwelt, Risiken/Gefahren, Grenzen von Naturwissenschaft und Technik.

Die **PISA**-Konzeption wurde in einigen Ländern explizit oder indirekt Model für eigene curriculare Entwicklungen, auch dort, wo innerfachliche Handlungskompetenzen im Vordergrund stehen.

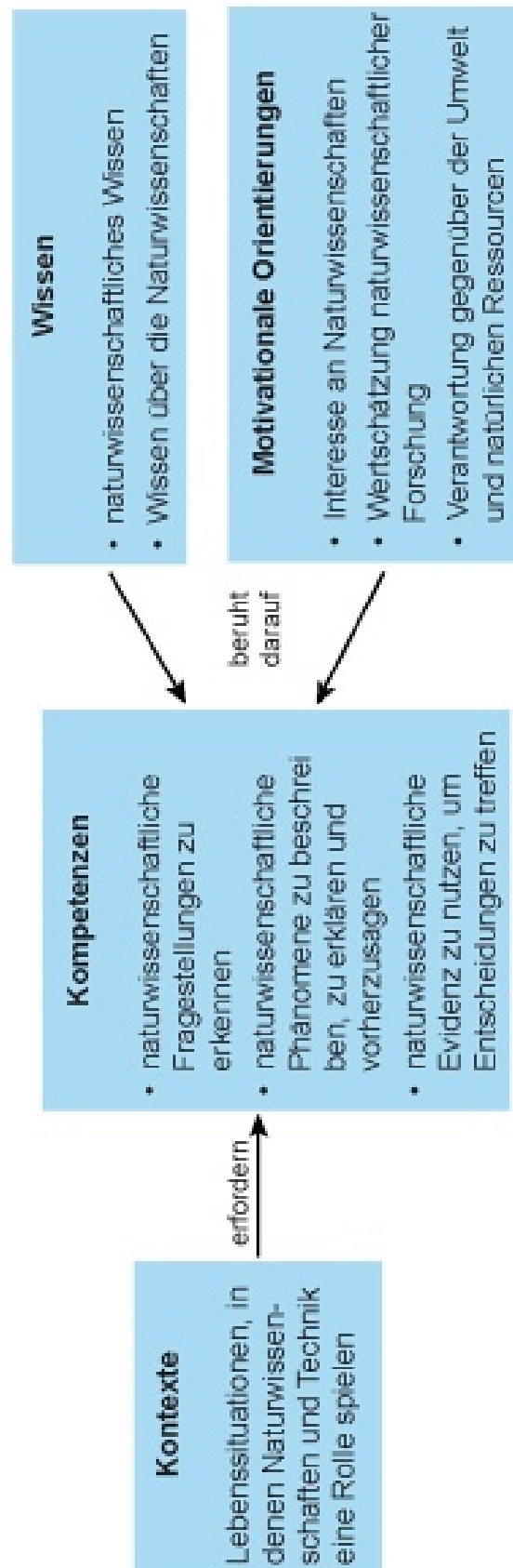


Abb. E.1: Rahmenkonzeption für naturwissenschaftliche Kompetenz nach [OECD \(2006\)](#); mit freundlicher Genehmigung der [OECD](#) und des [IPN Kiel](#).

E.2 USA: Next Generation Science Standards (NGSS)

In den USA ist man gerade dabei, naturwissenschaftliche Bildungsstandards „der nächsten Generation“ zu implementieren, *Next Generation Science Standards* genannt (NGSS, 2013), von deren Konzeption wir viel lernen können – wenn auch die Inhalte eher vage und allgemein formuliert werden und nicht ohne weiteres auf die deutsche Situation übertragbar sind.

Kompakt zusammengefasst wird das Konzept in Tab. E.1. Interessant ist bereits der Entstehungsprozess dieser Bildungsstandards NGSS (2013), die für alle Bundesstaaten der USA die naturwissenschaftliche Ausbildung neu formieren sollen, vom Kindergarten bis zur Sekundarstufe II („Kindergarten through fifth grade [.. to] middle and high school“). Diese neuen „K-12“ Standards wurden in einem mehrjährigen, transparenten „collaborative state-led“ Prozess entwickelt – bezeichnenderweise bauen sie auf einem „*Framework for K-12 Science Education*“ NATIONAL RESEARCH COUNCIL (2012) auf, das erarbeitet wurde unter dem Dach der National Academy of Sciences von einem Gremium aus international renommierten Natur- und Bildungswissenschaftlern (unter ihnen zwei Nobelpreisträgern) gemeinsam mit staatlichen Verantwortungsträgern. In mehreren Rückkopplungsschleifen wurde eine breite öffentliche Beteiligung sicher gestellt. Derzeit sind die Bundesstaaten zur Umsetzung aufgerufen, ein eng geknüpft Netzwerk sorgt für Kommunikation dieses Prozesses, wobei mehrere „lead states“ Vorreiter- und Erprobungsaufgaben übernehmen.

Die inhaltliche Grundlage für diese Standards wird von einem konzeptionellen Rahmen („Conceptual Framework“) gebildet, über den Tab. E.1 auf der nächsten Seite Auskunft gibt. Um Missverständnisse auszuschließen, kommunizieren wir hier den englischen Originaltext und verzichten auf eine Übersetzung: Alle für unsere Überlegungen relevanten Begriffe und Konzepte werden im Hauptteil der Studie jeweils anhand ihrer deutschen Übersetzung diskutiert (siehe Kap. 2.4.2 und Kap. 3.2). Für die weitere Diskussion muss man dabei berücksichtigen, dass in den Schulen der USA Naturwissenschaften und (in sehr moderatem Umfang) Technik in einer ganz anderen Gliederung gelehrt wird als in der deutschen Tradition, nämlich entsprechend

PS: *Physical Sciences (Chemie und Physik)*

LS: *Life Sciences (Biologie, Medizin, Nahrung, Klima, Ökologie)*

ESS: *Earth and Space Sciences (Geowissenschaften, Sonne, Weltraum)*

ETS: *Engineering, Technology, and Applications of Science (Technik und Arbeitsmethoden von Ingenieuren, Modellbildung und „Design“).*

Tab. E.1: THE THREE DIMENSIONS OF THE FRAMEWORK NGSS (2013), adaptiert vom Original

1	Scientific and Engineering Practices
1.	Asking questions (for science) and defining problems (for engineering)
2.	Developing and using models
3.	Planning and carrying out investigations
4.	Analyzing and interpreting data
5.	Using mathematics and computational thinking
6.	Constructing explanations (for science) and designing solutions (for engineering)
7.	Engaging in argument from evidence
8.	Obtaining, evaluating, and communicating information
2	Crosscutting Concepts
1.	Patterns
2.	Cause and effect: Mechanism and explanation
3.	Scale, proportion, and quantity
4.	Systems and system models
5.	Energy and matter: Flows, cycles, and conservation
6.	Structure and function
7.	Stability and change
3	Disciplinary Core Ideas
	Physical Sciences
PS1:	Matter and its interactions
PS2:	Motion and stability: Forces and interactions
PS3:	Energy
PS4:	Waves and their applications in technologies for information transfer
	Life Sciences
LS1:	From molecules to organisms: Structures and processes
LS2:	Ecosystems: Interactions, energy, and dynamics
LS3:	Heredity: Inheritance and variation of traits
LS4:	Biological evolution: Unity and diversity
	Earth and Space Sciences
ESS1:	Earth's place in the universe
ESS2:	Earth's systems
ESS3:	Earth and human activity
	Engineering, Technology, and Applications of Science
ETS1:	Engineering design
ETS2:	Links among engineering, technology, science, and society

Stoffelemente aus dem Kanon, der bei uns zur Physik gehört, finden sich vor allem in PS, aber auch bei ESS und z.T. in ETS. Allerdings ist keine der Fächergruppen identisch mit unseren Vorstellungen vom Schulfach Physik. Aber vielleicht kann diese Gliederung auch bei uns ein Umdenken anstoßen, das – jenseits von spezifischen Fachinteressen – an einem ganzheitlichen Bild von Naturwissenschaft orientiert ist, ohne dabei die Erkennbarkeit der Disziplinen zu verwischen. Und natürlich geht das NGSS nicht von einer Abwahlmöglichkeit einzelner Themenkomplexe aus, wie dies in unserer Sekundarstufe II leider vorgesehen ist. Dennoch wird die Freiheit bei der individuellen Ausgestaltung der Einzelthemen mehrfach hervorgehoben.

Die in Tab. E.1 stichwortartig erläuterten **drei Dimensionen** sollen einer einheitlichen Strukturierung von „Science“ in der Schule dienen. „Alle drei Dimensionen sollen integriert werden in Standards, Curriculum, Instruktion und Bewertung“ (NGSS, 2013, S. 2).

Die hier genannten „*Methoden* für den Schulunterricht“¹ entsprechen vom Konzept her den KMK-Kompetenzen „Erkenntnisgewinnung (1-6), Kommunikation (8) und Bewertung (7)“, sind aber spezifischer formuliert – vielleicht wissenschaftsnäher.

Für die „**Crosscutting Concepts**“, also die Disziplin übergreifenden Konzepte findet sich keine direkte Entsprechung bei den KMK-Standards, außer Appellen zum fachübergreifenden Lehren und Lernen. Allerdings sind auch die NGSS an dieser Stelle nicht überall besonders aussagestark.

Die „**Disciplinary Core Ideas (DCI)**“ bilden das tragende Gerüst der gesamten NGSS-Standards und sollen über alle Schulstufen hinweg im Science-Schulunterricht entwickelt werden.² Die Website von NGSS (2013) dokumentiert das Konzept im Detail und auf sehr übersichtliche Weise. So werden alle *Disciplinary Core Ideas* weiter untergliedert. In der Hintergrundinformation NATIONAL RESEARCH COUNCIL (2012) werden sie näher erläutert. Diese Schwerpunkte (für alle Science Fächer sind es weniger als 50) übernehmen insgesamt also in gewisser Weise die Rolle unserer ca. 100 Unterthemen allein für das Fach Physik, die in Tab. 2.2 zusammengestellt sind.

Geradezu revolutionär an diesem Konzept der disziplinären Kernideen ist der grundsätzliche Verzicht darauf, auch nur in Ansätzen den vollen Kanon der klassischen Fächer in der Schule vermitteln zu wollen. Bisher, so ein Zitat in NATIONAL RESEARCH COUNCIL (2012), tendierten die naturwissenschaftlichen Schul-Lehrpläne in den USA dazu „**a mile wide and an inch deep**“ zu sein! – Können wir in Deutschland etwas anderes beobachten?

Daher will der neue US Lehrplan sich auf eine „kohärentere Vision [...] hinbewegen“, und zwar in dreifacher Hinsicht:

„**First**, it is built on the notion of learning as a developmental progression. It is designed to help children continually build on and revise their knowledge and abilities, starting from their curiosity about what they see around them and their initial conceptions about how the world works. The goal is to guide their knowledge

¹ „**Practices** for K-12 Science Classrooms“ im Originaltext

² Das geht deutlich über den bei uns *Spiralcurriculum* genannten Ansatz hinaus.

toward a more scientifically based and coherent view of the natural sciences and engineering, as well as of the ways in which they are pursued and their results can be used.

Second, the framework focuses on a limited number of core ideas in science and engineering both within and across the disciplines. The committee made this choice in order to avoid the shallow coverage of a large number of topics and to allow more time for teachers and students to explore each idea in greater depth. Reduction of the sheer sum of details to be mastered is intended to give time for students to engage in scientific investigations and argumentation and to achieve depth of understanding of the core ideas presented. Delimiting what is to be learned about each core idea within each grade band also helps clarify what is most important to spend time on, and avoid the proliferation of detail to be learned with no conceptual grounding.

Third, the framework emphasizes that learning about science and engineering involves integration of the knowledge of scientific explanations (i.e. content knowledge) **and** the practices needed to engage in scientific inquiry and engineering design. Thus the framework seeks to illustrate how knowledge and practice must be intertwined in designing learning experiences in K-12 science education.“

Diese drei Grundgedanken sprechen genau das an, was auch wir in unseren Schulcurricula vermissen, bzw. als problematisch wahrnehmen – und was vermutlich dazu beiträgt, dass Physik zu den besonders unbeliebten Fächern gehört und in der Sekundarstufe II meist abgewählt wird:

Erstens, wie uns die Analyse im Hauptteil der Studie [Kap. 2.3](#) zeigt, und wie in [Kap. 3.1.3](#) näher ausgeführt wird, werden in den aktuellen Lehrplänen gerade die spannenden Themen, die letztlich in moderne Physik münden, überwiegend in die Sekundarstufe II verschoben. Dagegen sprechen die [NGSS \(2013\)](#) alle Kern-Themen schon von Anfang an (oft bereits im Kindergarten) und vertiefen sie altersgerecht immer weiter.

Zweitens, hier wird exemplarisches Lernen in klarer Konsequenz nicht nur gefordert. Es werden konkrete Kriterien benannt, welchen die „Core Ideas“ entsprechen müssen.

Drittens, die Forderung Fachwissen und methodische Kompetenzen für die Naturwissenschaften in engem Verbund zu lehren, entspricht voll und ganz auch unserem Verständnis, wie wir dies im Zusammenhang mit den [KMK-Standards](#) formuliert haben (siehe [Kap. 2.1](#) im Hauptteil der Studie).

Besonders bemerkenswert erscheint uns die Tatsache, dass nach dem [NGSS \(2013\)](#)-Rahmenkonzept der naturwissenschaftliche Unterricht [bereits im Kindergarten beginnt](#):

„Students in kindergarten through fifth grade begin to develop an understanding of the four disciplinary core ideas: **physical sciences; life sciences; earth and space sciences; and engineering, technology, and applications of science.**“

Die Gesamterwartung wird so formuliert ([NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2012, S. 9](#))

„By the end of the 12th grade, students should have gained sufficient knowledge of the practices, crosscutting concepts, and core ideas of science

and engineering to engage in public discussions on science-related issues, to be critical consumers of scientific information related to their everyday lives, and to continue to learn about science throughout their lives. They should come to appreciate that science and the current scientific understanding of the world are the result of many hundreds of years of creative human endeavor. It is especially important to note that the above goals are for all students, not just those who pursue careers in science, engineering, or technology or those who continue on to higher education.

Diese Forderungen decken sich mit den in der vorliegenden Studie formulierten Zielen, insbesondere auch mit den in [Kap. 1.6](#) des Hauptteils zusammengefassten Ansprüchen an Physik in der Schule. Auch wenn die Gliederung der Fachinhalte ganz offensichtlich in den amerikanischen Schulen von der unseren völlig abweicht, gibt es bei den [NGSS](#) eine Fülle von Überlegungen und Konzepten, die durchaus übertragbar sein könnten.

Zugleich bietet diese Gliederung interessante Anregungen für eine vertiefte Diskussion der im Hauptteil der Studie, [Kap. 1.5](#) angesprochenen fachübergreifenden Unterrichtsgestaltung. Bemerkenswert ist dabei auch, dass die einzelnen Disziplinen im [NGSS](#)-Schema nach wie vor deutlich erkennbar sind.

E.3 USA: College Ready Physics Standards

Ohne in die Details gehen zu können, erwähnen wir hier auch die etwas älteren Standards von Heller und Steward [HELLER und STEWARD \(2010\)](#), die im Gegensatz zum [NGSS](#) spezifisch für die Physik ausgelegt sind. Sie sind zwar nicht in gleicher Weise systematisch an „core ideas“ orientiert, ähneln der [NGSS](#)-Gliederung aber in einiger Hinsicht und beschreiben sehr konkrete fachphysikalische Inhalte. Diese sind durchaus mit den bei uns in den Länderrahmenlehrplänen beschriebenen Inhalten vergleichbar.

Dieser Rahmenlehrplan Physik ist gegliedert in fünf „Standards“:

1. Interactions, Models, and Scale
2. Conservation Principles
3. NEWTONs laws of motion
4. Energy Transfer and Storage
5. Forces, Energy, and Fields

mit jeweils drei bis fünf Schwerpunkten, „Objectives“ genannt. Diese Gliederung ist nicht so überzeugend begründet wie die „Core-Ideas“ des [NGSS](#), sie besticht aber durch ihre physikalische Überzeugungskraft.

Dieser Vorschlag ist physikalisch dementsprechend anspruchsvoller als das [NGSS](#)-Konzept, aber in seinem Gesamtrahmen immer noch überschaubar, sodass er „machbar“ erscheint – auch wenn über die Hinweise zum Kenntnisstand der jeweiligen Jahrgänge hinaus keine konkrete Benennung der vorgesehenen Zahl von Schulstunden erfolgt. Bemerkenswert ist, dass hier auch quantenmechanische Grundprinzipien sowie die spezielle Relativitätstheorie behandelt werden (wenn auch erst in den [Jgg. 9-12](#)).

Interessant sind die spezifischen Definitionen von „Essential Knowledge“ und „Learning Outcome“ für jedes der insgesamt 20 Objectives (also so etwas wie minimale und optimale Standards). Im zweiten Teil dieser Empfehlungen (nach der Definition der Standards und Objectives) gibt es für jedes Objective sehr detaillierte „Instructional Guidance“ mit konkreten Empfehlungen für den Unterricht: das reicht von Vorschlägen für Experimente bis zu Hinweisen zu „Common Student Conceptual Difficulties“. Eine Reihe von hilfreichen Anhängen von „Five Principles of how Students Learn“ bis zu einem guten Glossar über Fachbegriffe schließen das Dokument ab. Es ist eine wahre Fundgrube für Lehrer!

Dieser detaillierte Vorschlag für ein Rahmencurriculum ist ebenfalls das Ergebnis einer mehrjährigen, breit diskutierten Arbeit und gibt eine Reihe interessanter Anregungen, auch für unsere Überlegungen zu einem curricularen Vorschlag für den Physikunterricht in Deutschland in Abschn. 3.1.

E.4 Finnland

Finnland hat durch das gute Abschneiden der Schülerinnen und Schüler in den PISA-Tests internationale Aufmerksamkeit erhalten. Die nationalen „Core curricula“ werden in mehreren Dokumenten ausführlich beschrieben:

Environmental & Natural Studies, Jgg. 1-4: (FNBE, 2004, S. 170)

Physics and Chemistry, Jgg. 5/6: (FNBE, 2004, S. 186)

Physics, Jgg. 7-9: (FNBE, 2004, S. 188)

Physics, Jgg. 10-12 (FNBE, 2003, S. 146)

Sie zeigen interessanterweise recht traditionelle Züge (Reform für 2016 geplant) und sind relativ konkret und inhaltsorientiert ausgeführt.

Die Darstellung der Lehrpläne gliedert sich in vier Aspekte:

1. Eine allgemeine Zielbeschreibung als Fundament für die nachfolgenden detaillierteren Angaben.
2. Eine Gruppe von Handlungszielen (Objectives) vom Typ „The pupils will learn to work and investigate natural phenomena safely, together with others; learn scientific skills, such as the formulation of questions and the perception of problems usw.
3. eine kleine Zahl konkreter inhaltlicher Themenbereiche (Core contents). Am Beispiel der Jahrgänge 7-9 sind das:
 - Bewegung und Kräfte
 - Schwingungen und Wellenbewegungen
 - Wärme
 - Elektrizität
 - Natürliche Strukturen,was noch im Einzelnen weiter ausgeführt wird.
4. Abschließende Bewertungskriterien (Könnenserwartungen), die wiederum recht konkret beschrieben werden.

Es wäre interessant zu untersuchen, ob diese schlichte Klarheit und Überschaubarkeit der Lehrpläne mit dem Erfolg des Finnischen Bildungssystems in Zusammenhang steht.

E.5 Schweiz

In der Schweiz verbindet das Kompetenzmodell für den naturwissenschaftlichen Unterricht die Dimensionen „Handlungsaspekte“ und „Themenbereiche“. Dieses Kompetenzmodell gilt mit drei Zyklen bis zum 11. Schuljahr. Der in der Übersicht Abb. E.2 erstgenannte Handlungsaspekt bildet die affektive Facette ab, der letztgenannte die personale und sozialkommunikative Facette.

Beispiel für den Handlungsaspekt Ordnen, strukturieren, modellieren: Regelmäßigkeiten, Gesetzmäßigkeiten, Analogien, Modelle und Konzepte erkennen, entwickeln, zur Erklärung herbeiziehen und selber beschreiben; grafische Darstellungen und mathematische Hilfsmittel einsetzen.

Beispiele für Inhalte aus den Themenbereichen bis Ende der Sek. 1 (11. Schuljahr):

- *Bewegung, Kraft, Energie:* Energieerhaltung und -umwandlung (einige Energieformen quantitativ: Lageenergie, Bewegungsenergie, elektrische Energie; Energieumwandlung in unserem Körper; Perpetuum mobile; Reibung als „Energieverlust“)
- *Natur, Gesellschaft, Technik–Perspektiven:* Forschung und Zukunftstechnologien: ausgewählte Entwicklungen aus Bio- und Gentechnologie, Hirnforschung, Nanotechnik; Nachhaltigkeit und Technologie (z.B. erneuerbare Energien); Bionik: Natur als Vorbild für nachhaltige Produkte und Verfahrensweisen.

KOMPETENZMODELL NATURWISSENSCHAFTEN



Abb. E.2: Grundkompetenzen für die Naturwissenschaften in den Nationalen Bildungsstandards der Schweiz nach (SCHWEIZERISCHE KONFERENZ DER KANTONALEN ERZIEHUNGSDIREKTOREN (EDK), 2011, S. 6); mit freundlicher Genehmigung der Herausgeber

E.6 Schweden

Der Physik-Lehrplan in Schweden ([SKOLVERKET \(2011\)](#) hier am Beispiel der Jahrgänge 7-9 skizziert) ist gekennzeichnet durch vier Themengruppen, denen jeweils eine Leitidee voransteht. In der folgenden Übersicht sind für jede der Leitideen ausschnitthaft Themenbereiche angegeben:

1. *Die Physik in Natur und Gesellschaft:*

Der Energiefluss von der Sonne durch die Natur und Gesellschaft. Einige Möglichkeiten, um Energie zu speichern. Verschiedene Arten von Energie und ihre Energiequalität; deren Vor- und Nachteile für die Umwelt. Physikalische Modelle um die Strahlungsbilanz der Erde, den Treibhauseffekt und die Klimaveränderungen zu beschreiben und zu erklären. Physikalische Modelle um die Entstehung von Teilchenstrahlung und elektromagnetischer Strahlung einschließlich der Strahlenwirkungen auf lebende Organismen zu beschreiben und zu erklären. Wie verschiedene Arten von Strahlung in der modernen Technik verwendet werden, wie zum Beispiel dem Gesundheitswesen und der Informationstechnologie. Aktuelle soziale Fragen, welche die Physik berühren.

2. *Physik und Alltag:*

Kräfte, Bewegungen und Bewegungsänderungen in alltäglichen Situationen und wie Kenntnisse darüber angewendet werden können, wie etwa im Bereich der Verkehrssicherheit. Wie wird ein Ton erzeugt, wie breitet er sich aus und wie wird er auf verschiedene Arten aufgezeichnet. Eigenschaften von Schall und Auswirkungen verschiedener Schallumgebungen in der Umwelt auf die Gesundheit. Die Ausbreitung, Reflexion und Brechung von Licht in Alltagssituationen. Erklärungsmodelle, wie das Auge Farbe wahrnimmt.

3. *Physik und Weltbild:*

Historische und zeitgenössische Entdeckungen in der Physik und wie sie geformt worden sind von Weltbildern und diese beeinflusst haben. Bedeutungen von Entdeckungen für Technik, Umwelt, Gesellschaft und Lebensbedingungen der Menschen. Aktuelle Forschungsgebiete der Physik, wie der Elementarteilchenphysik und Nanotechnologie. Naturwissenschaftliche Theorien über das Universum im Vergleich zu anderen Beschreibungen. Die physikalischen Modelle und die Nützlichkeit von Theorien; Einschränkungen, Gültigkeit und Veränderlichkeit.

4. *Methoden der Physik und Ansätze:*

Systematische Untersuchungen. Formulierung von einfachen Fragen, Planung, Durchführung und Auswertung. Die Beziehung zwischen physikalischen Untersuchungen und die Entwicklung von Begriffen, Modellen und Theorien. Dokumentation der Untersuchungen mit Tabellen, Diagrammen, Fotos und schriftlichen Berichten.

E.7 Australien

In Australien ist das Curriculum für den Unterricht in **Science** von sechs „Overarching Ideas“ geprägt [ACARA \(2012\)](#), die den Basiskonzepten der [KMK \(2004\)](#) recht ähnlich sind. Diese „sechs *umfassenden Ideen*“ unterstützen die Kohärenz und die entwicklungsorientierte Abfolge von naturwissenschaftlichem Wissen innerhalb und zwischen den Jahrgangsstufen. Die umfassenden Ideen bilden einen Rahmen für die Entwicklung von Konzepten für die Entwicklung eines naturwissenschaftlichen Verständnisses. Sie tragen bei zur Entwicklung des forschend-entdeckenden Lernens und helfen, bei den Schülern Wertschätzung für die Naturwissenschaften zu entwickeln.“

Muster, Ordnung und Organisation

„An important aspect of science is recognizing patterns in the world around us, and ordering and organizing *Phänomena* at different scales. As students progress from Foundation to Year 10, they build skills and understanding that will help them to observe and describe patterns at different scales, and develop and use classifications to organize events and *Phänomena* and make predictions.“

Form und Funktion

„Many aspects of science are concerned with the relationships between form (the nature or make-up of an aspect of an object or organism) and function (the use of that aspect). As students progress from Foundation to Year 10, they see that the functions of both living and non-living objects rely on their forms [...] They apply an understanding of microscopic and atomic structures, interactions of force and flows of energy and matter to describe relationships between form and function.“

Stabilität und Veränderung

„Many areas of science involve the recognition, description and prediction of stability and change. [...] Students become increasingly adept at quantifying change through measurement and looking for patterns of change by representing and analysing data in tables or graphs.“

Scale and measurement

„Quantification of time and spatial scale is critical to the development of science understanding as it enables the comparison of observations...“

Materie und Energy

„Many aspects of science involve identifying, describing and measuring transfers of energy and/or matter [...] In later years, ... *students* are introduced to more abstract notions of particles, forces and energy transfer and transformation. They use these understandings to describe and model *Phänomena* and processes involving matter and energy.“

Systeme

„Science frequently involves thinking, modelling and analysing in terms of systems in order to understand, explain and predict events and *Phenomena*. [...] *students* are increasingly aware that systems can exist as components within larger systems, and that one important part of thinking about systems is identifying boundaries, inputs and outputs.“

E.8 Neuseeland

Wir erwähnen schließlich noch Neuseeland als besonders bemerkenswert. Dort orientieren sich die naturwissenschaftlichen Lehrpläne eng am Konzept von „Nature of Science“ ([NOS](#)), das wir in Anhang [G.2](#) näher erläutern.

Für Einzelheiten zu den neuseeländischen Lehrplänen verweisen wir auf die offizielle, sehr informative und interessante Website ([MBIE, 2015](#)).

Diese Erhebung wurde im Herbst 2014 per Fragebogen unter den Beauftragten des Vorstands der **DPG** für Schulangelegenheiten in den Bundesländern durchgeführt.

Fragen und Ergebnisse

1. *Besteht eine Verpflichtung zur Fortbildung? Wenn „ja“: In welchem zeitlichem Umfang?*

In einer knappen Mehrheit der erfassten Bundesländer ist keine Verpflichtung zur Fortbildung formuliert. In nur zwei Ländern ist ein bestimmter zeitlicher Umfang vorgegeben (der jeweils mehreren Fortbildungstagen pro Jahr entspricht).

2. *Falls „ja“ bei Frage 1: Wer kontrolliert die Einhaltung dieser Fortbildungsverpflichtung?*

Besteht eine Fortbildungsverpflichtung, so wird sie überwiegend auch kontrolliert. Mit einer Ausnahme sind die Schulleitungen die kontrollierende Instanz, in einem Land ist dies das zuständige Ministerium.

3. *Wie werden Lehrkräfte zur Teilnahme an Fortbildungsveranstaltungen motiviert – welche Anreize zur Teilnahme an Fortbildungsveranstaltungen bestehen? Welchen sekundären Nutzen (Rolle bei der Vergabe von Funktionen – Beförderungswartezeiten – ...) bringen Fortbildungen?*

In einigen Bundesländern ist zur Qualifizierung auf bestimmte Funktionsstellen (wie z. B. Mitarbeit in der Schulleitung) die Teilnahme an entsprechenden Fortbildungen verpflichtend erforderlich. Darüber hinaus wird in der Regel ein informeller positiver Einfluss z. B. bei Bewerbungsverfahren gesehen, die Größe dieses Einflusses wird unterschiedlich eingeschätzt. Als wesentliche Motivation zur Teilnahme an Fortbildungsveranstaltungen wird die Qualität der Angebote genannt.

4. *Wann finden Fortbildungen statt? (Unterrichtszeit – an Nachmittagen – an Wochenenden – in den Ferien – ...)*

Die Situation stellt sich hier sehr inhomogen. Der Schwerpunkt der Fortbildungszeiten liegt ebenso häufig in der Schulzeit wie in der unterrichtsfreien Zeit (in der Regel an Nachmittagen). Zu einem geringen Teil finden

Fortbildungen auch an Wochenenden statt, vereinzelt gibt es Veranstaltungen in den Schulferien.

5. *Wie problematisch ist es, für Fortbildungen vom Unterricht freigestellt zu werden?*

Auch hier stellt sich die Situation sehr inhomogen dar. In aller Regel hängt die Freistellung von der Entscheidung der Schulleitungen ab. In der Praxis wird die Frage der Freistellung ebenso häufig als problematisch wie als wenig problematisch angesehen. Der wesentliche Aspekt ist in diesem Zusammenhang das Problem des Unterrichtsausfalls. Eng gefasste offizielle Vorgaben zum Unterrichtsausfall – nicht differenziert nach Ursachen des Unterrichtsausfalls – wirken hier hemmend.

6. *Findet eine Anrechnung von Fortbildungen auf das Unterrichtsdeputat statt bzw. sind Fortbildungszeiten in das Unterrichtsdeputat eingerechnet?*

In aller Regel gibt es eine solche Anrechnung nicht. Die Fortbildung wird als impliziter Bestandteil der beruflichen Tätigkeit angesehen, der damit verbundene zeitliche Mehraufwand findet keine Berücksichtigung. Aus einem Bundesland wurde ein explizit ausgewiesenes Arbeitszeitmodell für Lehrkräfte berichtet, in welchem dann die Fortbildung eingerechnet ist. In einigen Ländern gibt es Deputatsanrechnungen für langfristig angelegte Weiterqualifizierungsmaßnahmen für bestimmte schulische Funktionen oder zur Erweiterung des Fächerspektrums.

7. *Werden Fortbildungen zentral organisiert/verwaltet?*

Überwiegend gibt es eine solche zentrale Organisation und Verwaltung von Fortbildungen, daneben gibt es Länder, in denen lediglich die Administration zentral wahrgenommen wird. In den meisten Fällen gehört die Betreuung des Fortbildungswesens zum Aufgabenspektrum von Landesinstituten, in einigen Flächenländern gibt es darüber hinaus auf der Ebene der Regierungsbezirke entsprechende Strukturen.

8. *Wer sind die wesentlichen Anbieter von Fortbildungen?* In fast allen Bundesländern spielen Landesinstitute eine zentrale Rolle in der Lehrerfortbildung. Teilweise gibt es darüber hinaus wesentliche Beiträge auf der Ebene der Regierungsbezirke. Die Rolle der Hochschulen ist unterschiedlich (vgl. Frage 9). Ein breites Spektrum anderer externer Anbieter wird genannt, teilweise von geringerer Bedeutung.

9. *Wie intensiv sind die Hochschulen (Fachdidaktiken, Fachwissenschaft) in das Fortbildungswesen eingebunden?* Hier zeigt sich eine ausgesprochen inhomogene Situation, mit einem Spektrum zwischen nahezu keiner Einbindung bis hin zu intensiver enger Zusammenarbeit. Häufiger ist es mitentscheidend, dass Initiativen von den Hochschulen ausgehen.

10. *Gibt es einen Mechanismus der Qualitätssicherung für Fortbildungsangebote? Gibt es definierte Standards, die Fortbildungen erfüllen müssen?*

Überwiegend, wenn auch nicht immer, gibt es Qualitätsstandards, die auch evaluiert werden. Daneben wird bisweilen zumindest ein Feedback der Fortbildungsteilnehmer eingeholt, die Wirksamkeit eines solchen Feedbacks wird teilweise in Frage gestellt.

11. *Wie gut ist die (geographische) Erreichbarkeit von Fortbildungen für die Lehrkräfte?*

Die Erreichbarkeit ist auch in den Flächenländern überwiegend gut, jedoch mit Ausnahmen. In einzelnen Ländern werden hier ernsthafte Probleme gesehen.

12. *Ihre persönliche Einschätzung: Wie gut ist der Bedarf an Fortbildungen gedeckt? Gibt es hinreichend Fortbildungsangebote zu den Themenbereichen, die von den Lehrkräften gewünscht werden? Besteht ein Mangel an Angeboten in bestimmten Bereichen?*

Die Antworten zeichnen ein sehr inhomogenes Bild. Es wird ebenso häufig Zufriedenheit wie, teils erhebliche, Unzufriedenheit geäußert. Aus einzelnen Ländern wird der Wunsch nach mehr Angeboten von Universitäten und anderen externen Anbietern geäußert.

13. *Wie ist das Fortbildungswesen finanziell gestellt? (Finanzierung von Referentenhonoraren – Fahrtkostenerstattung für Fortbildungsteilnehmer – sind Fortbildungen für Teilnehmer kostenpflichtig – ...)*

Das Fortbildungswesen ist finanziell weitestgehend gut gestellt. Beinahe alle Fortbildungen sind für die Teilnehmer kostenlos. In etwa der Hälfte der Länder erhalten Teilnehmer Reisekostenerstattung. Auch für Referentenhonorare stehen meist Mittel zur Verfügung. Vereinzelt wird vor dem Hintergrund der guten finanziellen Ausstattung die Effizienz des Systems fraglich gesehen. Die Möglichkeiten zur Finanzierung von Referenten werden in einzelnen Ländern kritisch gesehen.

14. *Gibt es finanzielle Unterstützung für Personen, die eine Fortbildung (regional bzw. für ihre eigene Schule) organisieren wollen?*

Zumindest kleinere Etats stehen hier häufiger zur Verfügung.

15. *Ihre persönliche Einschätzung: Ist die Finanzierung ein wesentliches Problem für die Fortbildungslandschaft?*

Von drei Vierteln der Landesbeauftragten wird diese Frage verneint. In der Finanzierung liegt also nicht das Kernproblem. Schwächen bzw. Schwierigkeiten werden in einzelnen Ländern in strukturellen Aspekten der Realisierung von Fortbildungsangeboten gesehen.

16. *Wie wurde seit ihrer Verabschiedung 2004 die Umsetzung der KMK-Bildungsstandards durch Fortbildungen unterstützt?*

Es gibt Länder ganz ohne entsprechende Fortbildungsmaßnahmen, andere mit einem sehr großen Umfang an entsprechenden Fortbildungen. Häufiger

werden Fortbildungsmaßnahmen von begrenztem Umfang berichtet; sinnvollerweise ist dieses Thema oft an Fortbildungen zur Curriculumsentwicklung gekoppelt. Mehrfach zeigen sich auch innerhalb der Länder oder über die Schulfächer hinweg merkliche Inhomogenitäten.

G.1 Exemplarisches Lehren und Lernen

Wie anhand der Lehrpläne in [Kapitel 2.3](#) analysiert und in [3.1](#) ausführlich erörtert, sind die Physiklehrpläne unserer Schulen hoffnungslos überfrachtet. Lehrer klagen darüber seit langer Zeit. Martin [WAGENSCHNEIDER](#) (S. 227) hat diesen Missstand bereits im Jahre 1962 in drastischer Form beschrieben: „Über die geisttötenden Folgen der stofflichen Überlastung der Lehrpläne sind sich die Verantwortlichen wohl noch nie so klar gewesen wie heute“.

Als Hilfe für die Überwindung dieser Überlastung haben [WAGENSCHNEIDER](#) und andere Didaktiker das „Exemplarische Prinzip“ angeboten, nach dem der Anspruch aufgegeben wird, die Lernenden in systematischer Weise in die Grundlagen der Physik einführen zu können, sondern indem mit geeigneten, möglichst motivierenden Beispielen aus der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler typische allgemeine Züge der Physik erarbeitet werden. Das Exemplarische Prinzip geht von der Annahme aus, dass eine auf das Wesentliche konzentrierte Auswahl von beispielhaften Inhalten und Methoden, an denen erfahren werden kann, welche Themen und Konzepte im Zentrum des physikalischen Systems stehen und welche Erkenntnismethoden die Physik charakterisieren, durch die vorgenommene Beschränkung die Stofffülle aufheben kann.

Die Ideen eines exemplarischen Lehrens und Lernens werden im Prinzip von vielen für den Physikunterricht Verantwortlichen akzeptiert. Die Lehrpläne werden jedoch immer noch als überlastet wahrgenommen. Trotz der weit verbreiteten Einsicht sind bisher in der Lehrplanentwicklung kaum Konsequenzen gezogen worden, die als bewusstes Gegensteuern gedeutet werden könnten. Als Ursachen für diesen Widerstand kommen mehrere Umstände in Frage (s. auch [MUCKENFUSS, 1995](#), S. 183):

- Es wurde bisher nicht deutlich genug herausgearbeitet, welche konkreten Inhalte und Methoden die Funktion des Beispielhaften übernehmen könnten. Die Bestimmung von Exempeln setzt voraus, dass geklärt ist, wofür sie Beispiele sein sollen. Lehrkräfte stellt das vor eine große Herausforderung, selbst wenn sie der Idee des Exemplarischen positiv gegenüberstehen. Hinzu kommt, dass sie auf die Lösung solcher Probleme in ihrer Ausbildung in der Regel nicht vorbereitet wurden.
- Jede Arbeit an und mit Beispielen bedarf eines Fundaments an Kenntnissen und fachlichen Erfahrungen, damit erkennbar wird, dass die für

den exemplarischen Unterricht ausgesuchten Inhalte und Methoden in einem Beziehungsgeflecht stehen, in dem die Physik als System erst erkennbar wird. Ohne die Kenntnis der fundamentalen Strukturen des Gesamtsystems können einzelne Schwerpunktsetzungen vermutlich nicht angemessen verstanden werden. Die Relation zwischen der Breite eines für dieses Verständnis notwendigen Basiswissens auf der einen Seite und der vor diesem Hintergrund möglichen Tiefe der Bearbeitung ausgewählter Probleme auf der anderen Seite konnte bisher nicht befriedigend ausgelotet werden.

- Das Dilemma bezüglich des Verhältnisses zwischen Breite und Tiefe des anzustrebenden Wissens wird von einem Umstand mitbestimmt, der für Lehrkräfte höchst bedeutsam ist. Die Vorstellung, dass exemplarisches Lehren einen Zeitgewinn bewirkt, da die Physik nicht mehr umfassend gelehrt wird, und dass diese Zeit von den Lernenden genutzt werden kann, bestimmte Inhalte gründlicher zu verstehen (KIRCHER *et al.*, 2010, S. 170), wird durch das äußerst geringe Stundenkontingent für den Physikunterricht in Frage gestellt. Den Lehrenden bleibt lediglich Zeit dafür, die Lernenden das ihrer Meinung nach notwendige Basiswissen erarbeiten zu lassen.

Dass ohne Exemplarisches Lehren und Lernen das Problem der Überlastung der Lehrpläne nicht gelöst werden kann, ist längst Gemeingut der meisten Lehrkräfte in Schulen und Ausbilder an Hochschulen. Dennoch sperren sich die ungelösten Probleme gegen einen breiten Durchbruch. Das gilt nicht nur für die Organisation des von WAGENSCHNEIDER empfohlenen Epochenunterrichts, in dem ausgewählte Themen zeitlich gebündelt intensiv bearbeitet werden können, sondern vor allem für die Schwierigkeiten, die von Kircher *et al.* (KIRCHER *et al.*, 2010, S. 71) formulierten Bedingungen für einen gelungenen Exemplarischen Physikunterricht zu erfüllen:

- „Konstruktives Auswählen von Themen, aus denen sich typische physikalische Strukturen, Arbeits- und Verfahrensweisen, repräsentative Erkenntnismethoden exemplarisch gewinnen lassen;
- intensive Auseinandersetzung mit relevanten, motivierenden ‚physikhaltigen‘ Beispielen aus der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler;
- die Notwendigkeit, Zusammenhänge herzustellen zwischen den Beispielen, den ‚Einzelkristallen des Verstehens‘ “ [..]

G.2 Natur der Naturwissenschaften – Nature of Science (NOS)

Ergänzungen zum Thema NOS in Kap. 4.2 des Hauptdokuments.

G.2.1 Was ist Naturwissenschaft?

Die Frage „Was ist Naturwissenschaft“, beantwortet LEDERMAN (2006) mit drei Stichworten [Ergänzungen in eckigen Klammern von uns hinzugefügt]:

(A) „**Body of Knowledge**“

[*Wissen*: Fakten, Begriffe, Definitionen, Konzepte, Theorien, Gesetze, Prinzipien usw.]

(B) „**Methods**“

[*Methoden*: Beobachten, Experimentieren, Schätzen, Messen, Klassifizieren, Hypothesen aufstellen, Modelle entwickeln, Gesetzmäßigkeiten erschließen, Ableiten, Vorhersagen machen usw., s. auch *Koordinate M* in unserem 3D-Konzept für das Curriculum im Hauptteil (Kap. 3, Abb. 3.1), und]

(C) „**Way of Knowledge**“

[was man vielleicht als eine bestimmte *Art des Wissenserwerbs* oder *Wissen über die Naturwissenschaft* übersetzen kann.]

Der letzte Punkt, die spezifische Art des Denkens und Tuns – als Physiker würden wir sagen „wie man Physik macht“ – ist das, was man heute *Nature of Science* **NOS** oder im deutschen Sprachraum *Natur der Naturwissenschaften* (gelegentlich NdN abgekürzt) nennt.

LEDERMAN sagt dazu: „**NOS** bezeichnet typischerweise die *Épistémologie* der Naturwissenschaft, Naturwissenschaft als eine Art des Wissens, oder die Werte und Überzeugungen, die zu naturwissenschaftlichem Wissen und seiner Entwicklung gehören.“

Ähnliches findet man z.B. auch auf der Website der Neuseeländischen Regierung, deren naturwissenschaftliche Lehrpläne um diesen Begriff herum strukturiert sind (**MBIE**, 2015).

G.2.2 Was ist **NOS**?

Eine allgemein akzeptierte Definition dafür, was genau **NOS** ist, gibt es nicht. Um noch einmal **LEDERMAN**, 2006 (S. 835f) zu zitieren:

„Eines der verwirrendsten Dinge für diejenigen, die Forschung über das Lehren und Lernen von **NOS** betreiben, ist es, dass **NOS** ein bewegtes Ziel zu sein scheint. Wenn man die Unterschiede zwischen den Arbeiten von Popper (1959), Kuhn (1962), Lakatos (1970), Feyerabend (1975), Laudan (1977), und Giere (1988) betrachtet, wird ziemlich klar, dass die Wahrnehmungen von **NOS** so vorläufig sind wie das naturwissenschaftliche Wissen selbst, wenn nicht noch vorläufiger.“

Heute besteht aber ein gewisser Konsens. So verständigten sich z.B. im Rahmen einer DELPHI-Studie (**OSBORNE et al.**, 2003) 23 Experten (Naturwissenschaftler, Didaktiker, Lehrer, Erziehungswissenschaftler) darauf, dass *drei Begriffsgruppen* (ganz ähnlich denen nach **LEDERMANN**, s.o.) mit insgesamt *neun Themenfeldern* als **NOS** in der Schule unterrichtet werden sollten. Die nachfolgenden Erklärungen sind sehr frei aus **OSBORNE et al.** (2003) übersetzt, wobei wir uns die besondere Freiheit genommen haben, die etwas unspezifischen Begriffe „science, scientific“ usw. für die hier anvisierte Zielgruppe – Physiklehrer und -lehrerinnen – stets mit „Physik, physikalisch“ usw. zu übersetzen. [Ergänzungen in eckigen Klammern von uns.]. Demnach wird **NOS** für die Schule charakterisiert durch:

1. „Natur des physikalischen Wissens:

- *Physik und Gewissheit*

Die Schüler sollten es schätzen lernen, dass das heutige physikalische Wissen, insbesondere das in der Schule gelehrt, meist sehr gut bestätigt ist, sodass keinerlei begründeter Zweifel daran besteht. Es gibt aber durchaus auch (vermeintliche) physikalische Erkenntnisse, die Zweifel erlauben. Es sollte den Schülern erklärt werden, dass unser physikalisches Wissen das beste ist, das wir [, die Menschheit,] bislang hatten, dass aber auch dieses sich in Zukunft möglicherweise ändern kann, wenn neue Beobachtungen gemacht werden, oder alte Beobachtungen neu interpretiert werden müssen.

- *Historische Entwicklung des physikalischen Wissens*

Den Schülern sollte ein gewisser Hintergrund zur Entwicklung unseres heutigen physikalischen Wissens vermittelt werden. [Sie sollten erfahren, dass dieser historische Weg durch viele Irrtümer gezeichnet ist, aus denen die betroffenen Forscher und ihre Schüler aber immer wieder gelernt haben, sodass der heutige Stand der Erkenntnis erreicht werden konnte.]

2. Physikalische Methoden:

- *Methoden und kritische Überprüfung*

Schüler sollten lernen, dass die Physik wesentlich auf Experimente angewiesen ist, um Ideen zu testen. Wichtig ist auch, dass die Schüler etwas über typische Herangehensweisen lernen. So sollten Sie erfahren, dass es ein wichtiges Grundprinzip guter wissenschaftlicher Praxis in der Physik ist, experimentelle Ergebnisse, aber auch Rechnungen und Theorien immer wieder zu überprüfen. Es sollte deutlich werden, dass das Ergebnis eines einzigen Experiments selten ausreicht, um schließlich eine neue Erkenntnis zu etablieren.

- *Analyse und Interpretation von Daten*

Die Schüler sollten lernen, dass zur guten wissenschaftlichen Praxis in der Physik eine sorgfältige Analyse und Interpretation von vielfältigen Daten gehört. Physikalisches Wissen beansprucht nicht, sich einfach aus den Daten heraus zu offenbaren. Es bedarf vielmehr eines Prozesses der Interpretation und der Theoriebildung, der sehr raffinierte Fertigkeiten erfordern kann. Es ist durchaus möglich, dass verschiedene Physiker [– aus ihrer jeweiligen Betrachtungsweise heraus völlig zu recht –] zu unterschiedlichen Interpretationen anhand der selben Daten gelangen und sich daher widersprechen.

- *Hypothesen und Vorhersagen*

Schüler sollten lernen, dass in der physikalischen Forschung Hypothesen entwickelt und Vorhersagen über natürliche Phänomene gemacht werden. [Darüber hinaus schafft, untersucht und deutet die Physik aber auch zahlreiche Situationen, die eher als artifiziell zu bezeichnen sind und ggf. hohe technische Relevanz haben oder neue Werkzeuge für

die Erforschung von Naturgesetzen erschließen (z.B. Laser, Quantencomputer, Teilchenbeschleuniger usw.)] Diese Prozesse sind essenziell für die Entwicklung eines Anspruchs darauf, neues Wissen entdeckt zu haben.

- *Vielfalt physikalischen Denkens*

Die Schüler sollten lernen, dass in der physikalischen Forschung eine breite Palette von Methoden und Verfahren angewendet wird, und dass es nicht *die eine* physikalische Herangehensweise gibt.

- *Kreativität*

Schüler sollten es schätzen lernen, dass Physik zu betreiben ein hohes Maß an Kreativität, Vorstellungsvermögen und Phantasie beinhaltet – so wie viele andere menschliche Betätigungen – und dass viele physikalische Ideen ganz herausragende intellektuelle Leistungen von Wissenschaftlern repräsentieren. Physiker sind, wie andere Berufsgruppen auch, leidenschaftliche und engagierte Menschen, deren Arbeit ohne Inspiration und Ideenreichtum nicht wirklich fruchtbar sein kann (s. auch [Kap. 4, Fußnote 3](#)).

- *Physikalisches Fragen*

Schüler sollten lernen, dass es ein wichtiger Aspekt der Arbeit von Physikern ist, kontinuierlich und immer wiederholt Fragen zu stellen und nach Antworten zu suchen, die dann wiederum zu neuen Fragen führen. Dieser Prozess führt schließlich zur Entstehung neuer physikalischer Theorien und Methoden, die dann [mithilfe der Mathematik, einem der wichtigsten Werkzeuge der Physik, aber z.T. auch] empirisch miteinander verknüpft werden.

3. Institutionen und soziales Verhalten in den Naturwissenschaften:

- *Zusammenarbeiten und Zusammenwirken bei der Entwicklung von physikalischem Wissen*

Schüler sollten lernen, dass physikalische Forschung (wie alle naturwissenschaftliche Arbeit) eine gemeinschaftliche und wettbewerbliche Tätigkeit ist. Obwohl einzelne Individuen signifikante Beiträge leisten können, wird physikalische Forschung oft in [z.T. sehr großen] Arbeitsgruppen durchgeführt, die häufig multidisziplinär und international zusammengesetzt sind. Der Anspruch, neue physikalische Erkenntnisse gewonnen zu haben, wird nach guter wissenschaftlicher Praxis meist geteilt. Um als neues Wissen von der internationalen wissenschaftlichen Gemeinschaft anerkannt zu werden, müssen diese Erkenntnisse einen sehr kritischen Prozess des „Peer Reviewing“ (Begutachtung durch andere, gleichrangige Wissenschaftler) durchlaufen.

Die hier skizzierten Themenfelder bieten eine gute Ausgangsbasis, um bei Schülern wie auch bei Schülerinnen die Grundlagen für ein tieferes Verständnis vom Wesen der Physik – und speziell auch von den typischen Herausforderungen und Chancen des Schulfachs Physik – zu legen. Sie bieten hilfreiche Anregung für die konkrete Ausgestaltung der Lehrpläne, in denen insbesondere die Themengruppe

„Methoden“ intensiv zu berücksichtigen ist (Kompetenzen der **KMK**; s. auch die *Koordinate M* in in **Kap. 3, Abbildung 3.1** für unser Konzept). Richtig kommuniziert, kann diese Sichtweise auf das Tun und Denken von Physikern und Physikbegeisterten dazu beitragen, typische negative Stereotype der Gesellschaft von Physik und von Physikern zu überwinden: Physiker handeln sehr menschlich, machen Fehler, gehen Irrwege. Physiker müssen stets wach und kritisch ihren Untersuchungen gegenüber sein – und ohne ein hohes Maß an Kreativität und Phantasie kann man keine gute Physik verstehen, geschweige denn „machen“.

G.3 Checkliste für mädchengerechtes Verhalten

Die nachstehende Liste von Verhaltensweisen wurde von **HERZOG (1996)** entwickelt und gibt auch heute hilfreiche Empfehlungen für Lehrkräfte, um gerade bei Mädchen Interesse am Physikunterricht zu erhalten, zu wecken und zu mehren.

1 Interaktion; Rückmeldungen

- Ich bemühe mich darum, den Schülerinnen gleich viel Aufmerksamkeit zukommen zu lassen wie den Schülern.
- Ich mute den Mädchen ebensoviel physikalisch-technische Kompetenz zu wie den Jungen.
- Ich achte darauf, die Schülerinnen nicht nur für Anstrengung und gutes Benehmen zu loben, sondern auch für ihre physikalische Begabung.
- Ich lasse durch die Schülerinnen und Schüler Unterrichtsbeobachtungen durchführen. Dabei sind mögliche Beobachtungskriterien: Aufmerksamkeit, Lob/Ermunterung, Tadel/Kritik, die ich den Schülerinnen und Schülern zukommen lasse.
- Ich gebe den Schülerinnen und Schülern auch außerhalb der Unterrichtsstunden positive fachliche Rückmeldungen. Beim persönlichen Gespräch achte ich darauf, mich auf fachliche Rückmeldungen zu beschränken und suche das private Gespräch nur, wenn es vom Schüler bzw. der Schülerin gewünscht wird.
- Ich gebe den Eltern guter Schülerinnen gezielt positive Rückmeldungen über die Leistungen ihrer Tochter und ermuntere sie, diese bei einer technisch-naturwissenschaftlichen Berufswahl zu unterstützen.

2 Fragen-Antworten; Zeit

- Ich bemühe mich darum, offene, nicht bereits von vornherein eindeutig zu beantwortende Fragen zu formulieren.
- Ich achte darauf, auf eine Frage mehrere Antworten zu sammeln.
- Ich bemühe mich darum, mich dem Lerntempo der Schülerinnen und Schüler anzupassen und den Schülerinnen etwas mehr Zeit (bei der Beantwortung einer Frage, beim Lösen von Aufgaben usw.) einzuräumen.
- Bei einer falschen Antwort eines Mädchens gebe ich nicht sofort die richtige Lösung, sondern unterstütze nachfragend, d.h. ich achte darauf, (auch)

die Schülerinnen nochmals aufzufordern, die Lösung zu finden, wenn sie zunächst gescheitert sind.

3 Selbstkonzept

- ich bemühe mich darum, physikalisches Wissen so zu vermitteln, dass nicht der Eindruck entsteht, Physik sei nur etwas für Hochbegabte.
- Ich versuche, den Jungen auf nicht-bloßstellende Weise zu verstehen zu geben, dass ihre Annahme, in physikalisch-technischen Belangen kompetenter zu sein als die Mädchen, oft auf einem oberflächlichen Wissen beruht.
- Ich signalisiere den Mädchen, dass sie als Frauen nicht unattraktiver („unweiblicher“) sind, wenn sie sich für Physik interessieren und gute Leistungen in diesem Fach erbringen.
- Ich achte darauf, wie ich die Leistungen der Schülerinnen und Schüler erkläre: durch Begabung, durch Anstrengung, durch Glück/Pech, durch die Schwierigkeit der Aufgabe. Dabei bin ich mir bewusst, dass die Motivation der Schülerinnen (und der Schüler) dann am besten gefördert wird, wenn ihre schlechten Leistungen auf mangelnde Anstrengung oder Pech und ihre guten Leistungen auf Begabung zurückgeführt werden.
- Ich bemühe mich, (auch) den Schülerinnen Identifikationsmöglichkeiten mit Vorbildern in physikalisch-technischen Berufsfeldern zu geben (evtl. auf einer Exkursion).
- Ich setze mich mit meinen eigenen Geschlechtsstereotypen auseinander.
- Ich bemühe mich darum, mir meiner (unterschiedlichen) Erwartungen an die Schülerinnen und Schüler bewusst zu werden und sie allenfalls (durch Abbau von Stereotypen) zu ändern.

4 Unterrichtsinhalte

- Ich gebe acht auf die (unterschiedlichen) Vorerfahrungen, die die Schülerinnen und Schüler in den Unterricht mitbringen.
- Ich achte darauf, in meinem Unterricht Bezüge zu Menschen herzustellen.
- Ich bemühe mich darum, bei der Verwendung von Aufgaben, Darstellungen, Skizzen, Testfragen usw. sowohl in quantitativer wie in qualitativer Hinsicht ein ausgewogenes Geschlechterverhältnis zu wahren (Rollenklischees vermeiden).
- Ich bemühe mich darum, in meinem Unterricht Bezüge zu Tagesaktualitäten herzustellen.

5 Lernformen; Lernklima

- Ich achte darauf, in meinem Unterricht viele Gespräche zu führen, d.h. meinen Unterricht kommunikativ zu gestalten.
- Ich führe möglichst viel Gruppenarbeit durch und arbeite weniger im Klassenverband.

- Bei Gruppenarbeit achte ich darauf, geschlechtshomogene Gruppen zu bilden.
- Ich räume dem assoziativen Denken genügend Platz ein.
- Ich bemühe mich darum, eine kooperative Lernumgebung zu schaffen und so wenig wie möglich offene Konkurrenzsituationen aufkommen zu lassen.
- Ich achte auf eine „angenehme“ (auch die Mädchen ansprechende) Gestaltung des Unterrichtszimmers und bemühe mich darum, dass sich nicht nur die Jungen mit der Lernumgebung identifizieren können.

6 Allgemeines; Geschlecht; Berufsberatung

- Ich gebe mich nicht nur als Physiklehrer bzw. als Physiklehrerin zu erkennen, sondern auch als Mensch.
- Ich rede mit den Jugendlichen und ihren Eltern über die Vielfalt der Berufe und gebe den Mädchen Einblick in Berufe, bei denen physikalische Kenntnisse vorausgesetzt werden und die sie ansprechen könnten.
- Ich bemühe mich darum, das Thema Geschlecht und Geschlechterdifferenzen nicht zu forcieren. Ich greife das Thema dann auf, wenn ein manifester Anlass dazu besteht oder wenn die Schülerinnen und Schüler selbst dazu Anregungen geben.

G.4 Unterrichtsmethoden im Physikunterricht

Die langjährigen Bemühungen, die ‚Monokultur‘ des fragend-entwickelnden Unterrichts zu überwinden, haben zumindest teilweise zu einer Methodenvielfalt geführt, die sich zunächst vorwiegend in der fachdidaktischen Literatur, aber auch vereinzelt in Praxisberichten von Lehrkräften niederschlägt – veröffentlicht in entsprechenden Zeitschriften. Generell ist jedoch festzustellen, dass die Entwicklung des traditionellen didaktischen Dreiecks Schüler – Lehrer – Sache/Inhalt in jüngster Zeit einen wesentlichen Bedeutungsschub in Richtung der Lernenden erhalten hat. Dieser Prozess lässt sich einerseits als kontinuierlicher Vorgang einer durch Namen wie PESTALOZZI, DIESTERWEG, DEWEY, KERSCHENSTEINER, WAGENSCHEN und anderen gekennzeichneten und daher historisch nachvollziehbaren Hinwendung zu den Lernbedürfnissen und Lernmöglichkeiten von Kindern und Jugendlichen deuten. Andererseits haben aktuellere Erkenntnisse über das Lehren und Lernen wesentliche Impulse dafür geliefert, dass Diskussionen über Unterrichtsmethoden eine stärkere Aufmerksamkeit erhielten.

Sehr einflussreich auf die Entstehung neuer Perspektiven auf angemessene Unterrichtsmethoden war die von empirischen Untersuchungen erhärtete Idee einer konstruktivistischen Vorstellung von den Prozessen des Lernens. Es gibt viele Varianten einer solchen Sichtweise, gemeinsam ist ihnen jedoch die Ablösung des Gedankengangs, man brauche einen Inhalt nur interessant genug darzustellen, damit die Lernenden ihn in ihren Wissenskorpus aufnehmen, gleichsam gemäß der Me-

tapher vom *Nürnberger Trichter*.¹ Als Kern einer konstruktivistischen Sichtweise kann die Aussage gewertet werden, dass jeder Lernende die Erweiterung seines Wissens auf der Basis des Wissens, über das er bereits verfügt, selbst konstruktiv vornehmen muss. Der konstruktive Aspekt besteht darin, dass dem Lernenden eine Sinnzuschreibung des Gesehenen oder Gehörten nur dann gelingt, wenn er Verbindungen mit schon Bekanntem herstellen, also konstruieren kann. Bereits in der ersten Phase des allgemeinen Umdenkens zugunsten einer konstruktivistischen Auffassung vom Lernen bezog W. JUNG diese Erkenntnisse auf das Lernen von Physik (und Chemie): „In einem gewissen Sinn wird die Information vom Aufnehmenden konstruiert, indem er schon gespeicherte Vorstellungen aktiviert, in die er die Eingabe einordnet.“ (JUNG, 1986, S. 3). DUIT (1993) hat viele Beispiele für die bei Schülerinnen und Schülern vorhandenen Vorstellungen, die im Physikunterricht wirksam sind, beschrieben. In der Einleitung zu einem dieser Berichte wird auf das zentrale Problem des Physikunterrichts deutlich hingewiesen (S. 7): „Wenn Schülerinnen und Schüler in unseren Unterricht hineinkommen, so haben sie in der Regel in vielfältigen Alltagserfahrungen tief verankerte Vorstellungen zu den Phänomenen, Begriffen und Prinzipien, um die es im Unterricht gehen soll.“

Neben der „konstruktivistischen Wende“ waren die mäßigen Ergebnisse der deutschen Schülerinnen und Schüler bei den PISA-Tests auch ein Signal für ein gründliches Nachdenken über Möglichkeiten, den traditionellen Methodenschwerpunkt eines lehrerdominierten fragend-entwickelnden Physikunterrichts zu erweitern. In zwei großen bundesweiten Projekten wurden von Lehrkräften mit Hilfe von Fachdidaktikern vielfältige Alternativen entwickelt und erprobt (SINUS-Transfer: IPN, 2007; Piko: DUIT und MIKELSKIS-SEIFERT, 2010), sodass heute ein großes Inventar an Methodenbeschreibungen vorliegt, die in der Literatur oder im Internet auffindbar sind. Dass sich trotz dieses Angebots die Breitenwirkung der Anregungen in Grenzen hält, liegt auch daran, dass in den Fortbildungsprogrammen dieser Bereich unterrepräsentiert ist und für die Lehrkräfte in ihren Fortbildungsaktivitäten das Thema Methoden neben ihren Bemühungen um Aktualisierung ihres fachlichen Wissens und um eine angemessene Lehrplanumsetzung nicht oberste Priorität besitzt. Die oft hinderlichen äußeren Rahmenbedingungen des Physikunterrichts sind ein weiterer Grund für ihre Zurückhaltung.

An dieser Stelle kann nur ein kleiner Einblick in die entstandene Vielfalt gegeben werden, konkretere Angaben sind in der einschlägigen Literatur zu finden (MIKELSKIS-SEIFERT und RABE, 2007; HOPF *et al.*, 2013; KIRCHER *et al.*, 2010). Grundsätzlich muss von der Vorstellung Abschied genommen werden, es gebe eine Methode, die als beste herausragt und daher immer anzustreben sei. Methodenvielfalt ist die angemessene Orientierung, in deren Rahmen auch der bislang vorherrschende darbietende „Frontalunterricht“ seinen Platz hat, nämlich dann, wenn die Lehrkraft Strukturen zum Gelernten verdeutlichen möchte, die die Lernenden aufgrund ihrer beschränkten Wissensbasis noch nicht erkennen können. Schülerinnen und Schüler können ihre Alltagsvorstellungen jedoch eher in einen

¹Zur Etymologie dieses Scherzwortes s. z.B. https://de.wikipedia.org/wiki/Nürnberger_Trichter

Unterricht einbringen, der offener gestaltet ist und ihnen die Möglichkeit lässt, selbstgesteuert und selbstverantwortlich zu lernen und zu arbeiten.

Für einen solchen „Offenen Unterricht“ gibt es viele Varianten. Im Physikunterricht ist zuallererst das Experimentieren eine Gelegenheit, den Lernenden verschiedene Grade der selbständigen Entscheidungen über Auswahl und Gestaltung von Experimenten zu gewähren. Gerade beim Experimentieren wird allerdings deutlich, dass es für eine Lehrkraft nicht einfach ist, zwischen experimentellen Vorgaben, die krasse Misserfolge verhindern, und einer hinreichenden Offenheit für Entscheidungen der Lernenden zu balancieren. Das gilt entsprechend für alle Formen eher offener Unterrichtsmethoden.

Auch der bislang vorherrschende fragend-entwickelnde Unterricht kann durchaus Ideen des offenen Unterrichts aufnehmen, wenn nämlich den Lernenden im lehrergesteuerten Gespräch hinreichend Gelegenheiten gegeben werden, ihre Vorstellungen über die gerade behandelten Phänomene und Begriffe zu äußern, und die Lehrkraft darauf angemessen eingeht. Beim forschenden Lernen (inquiry based learning) haben Lernende die Gelegenheit, Erkenntnisse möglichst eigenständig zu entwickeln. Diese Unterrichtsform impliziert, dass sie sich im Verlauf ihrer sachbezogenen Tätigkeiten auch prozessbezogene Kompetenzen im Bereich des Forschungshandelns aneignen. Die Projektmethode stellt hohe Anforderungen an Lehrende und Lernende. Der Grad der Selbständigkeit kann sowohl bei der gemeinsamen Themenfindung als auch bei der Bestimmung der einzelnen Arbeitsschritte von der Lehrkraft entsprechend den konkreten Arbeitsbedingungen justiert werden. Diese Methode eröffnet viele Möglichkeiten zur Kooperation bei der gemeinsamen Arbeitsplanung und bei der Darstellung von Arbeitsergebnissen.

Das Verfahren Lernen an Stationen ist geleitet von der Absicht, die Lernanregungen durch verschiedene Themenangebote und Lernansprüche schülergemäß zu differenzieren. Dabei sollen auch unterschiedliche Vermittlungskanäle angesprochen werden (also auditiv, visuell, haptisch usw.). In Kleingruppen bearbeiten die Schülerinnen und Schüler solche (auch experimentelle) Aufgaben, die innerhalb überschaubarer Zeit (z. B. innerhalb einer Doppelstunde) zu gewissen Lernerfolgen führen. Die Mitarbeit bereits bei der Auswahl von „Lernstationen“ erfordert von der Gruppe eine realistische Selbsteinschätzung und die Übernahme von Selbstverantwortung. Methodenwerkzeug ist ein Sammelbegriff für eine Fülle von Anregungen für einen (Physik-)Unterricht, in dem die Lernenden in vielfältiger Weise aktiv werden können, und zwar allein oder in Kleingruppen. So können z. B. bei der Sammlung von Vorschlägen für ein Arbeitsvorhaben ein Ideennetz gemeinsam entwickelt und daraus von Teilgruppen Details ausgearbeitet werden. Auch eine parallel verlaufende Konstruktion von Begriffsnetzen zu einem Thema und die darauf folgende Präsentation und Diskussion einschließlich der Feststellung und Erörterung von Fehlern sind möglich.

Beim sog. Expertenpuzzle werden einzelne Schüler oder Kleingruppen gebeten, sich für ein Thema Kenntnisse zu erarbeiten, mit denen sie dann als „Experten“ anderen Lernenden Rede und Antwort stehen müssen. Methodenwerkzeuge dieser Art lassen sich in vielen Unterrichtssituationen anwenden. Einschränkungen für ihren Einsatz bestehen dort, wo Zeitknappheit eine stärkere Führung der Lehrkraft

erfordert oder ein Lernerfolg wegen der Komplexität des Themas nicht erwartet werden kann.

Das Angebot an Verfahren, mit denen selbstgesteuertes und selbstverantwortliches Lernen im Physikunterricht ermöglicht und gefördert werden kann, ist sehr groß. Jede Lehrkraft steht jedoch vor der Herausforderung, sich zu den vorgegebenen didaktischen Zielen die geeigneten Methoden auszuwählen. Auch die fachdidaktische Forschung muss sich diesem Problem stärker zuwenden, sie muss die Kennzeichen einer optimalen Passung von didaktischen und methodischen Entscheidungen intensiver als bisher untersuchen.

G.5 Zu John Hatties „Visible Learning for Teachers“

Große Aufmerksamkeit haben in den letzten Jahren die in zwei Büchern zusammengefassten Studien, Thesen und praktischen Ratschläge des neuseeländischen Bildungsforschers John HATTIE (2009, 2012) gefunden. Seine zentralen Aussagen werden oft verkürzt als „Auf die Lehrer kommt es an“ zusammengefasst. Es geht dabei aber keineswegs um eine Auseinandersetzung über „Frontalunterricht“ vs. „Selbstbestimmtes Lernen“ (siehe auch FELTEN, 2011). Vielmehr analysierte HATTIE (2009) anhand von 800 Metastudien (die ihrerseits auf über 50 000 Schulstudien basieren) den Einfluss der verschiedensten Faktoren auf den Lernerfolg in der Schule. Dabei zeigt sich, dass neben der wichtigsten Einflussgröße, den Schülern selbst (ihre Bedeutung für die Varianz des Schulerfolgs bewertet HATTIE mit 50%), die Qualität der Lehrpersonen mit 30% zu Buche schlägt.² Alle anderen Einflüsse wie Elternhaus, Schultyp und Ausstattung, Mitschüler usw. werden nur mit (5-10) % bewertet. 2012 zieht HATTIE – speziell an Lehrer gerichtet – daraus konkrete Schlussfolgerungen und gibt eine Fülle von praktischen Ratschlägen für einen erfolgreichen Unterricht. Das Buch gliedert sich in drei Teile:

1. Visible learning inside
- PART I. The source of ideas and the role of teachers**
 2. The source of the ideas
 3. Teachers: the major players in the education process
- PART II. The lessons**
 4. Preparing the lesson
 5. Starting the lesson
 6. The flow of the lesson: learning
 7. The flow of the lesson: the place of feedback
 8. The end of the lesson
- PART III. Mind frames**
 9. Mind frames of teachers, school leaders, and systems
- References
- Appendix A Checklist for ‚Visible learning inside‘
- Appendix B The 900+ meta-analyses
- Appendix C A list of influences on achievements

²„It is what teachers know, do, and care about which is very powerful in this learning equation.“

Es lohnt sich, dieses Buch gründlich zu lesen. Wir stellen hier lediglich einige zentrale Aussagen im Sinne einer Lektüre-Empfehlung zusammen.

So werden in Kapitel 3, „**Five Attitudes and Beliefs of Expert Teachers**“, fünf „Dimensionen“ von exzellenten Lehrern genannt:

- (a) „Lehrexperthen identifizieren die wichtigsten Wege, auf denen sich die von ihnen unterrichteten Themen vermitteln lassen.
- (b) Lehrexperthen verstehen es, eine optimale Lernatmosphäre im Klassenzimmer herzustellen.
- (c) Lehrexperthen verfolgen den Lernfortschritt und sorgen für Rückkopplung.
- (d) Lehrexperthen glauben daran, dass alle Schüler die Lernziele erreichen können.
- (e) Lehrexperthen verstehen es, die Lernprozesse ihrer Schüler sowohl beim Oberflächenlernen³ als auch beim Tiefenlernen⁴ erfolgreich zu unterstützen.“

Und in Kapitel 9 findet man acht „**Mind frames of teachers, school leaders, and systems**“, *acht Denkweisen* oder *Geisteshaltungen* also, welche nach [HATTIE \(2012\)](#) das Schulgeschehen bestimmen sollten. Sie sind gewissermaßen die Quintessenz dieses Buches und beziehen sich auf das gesamte *System von Lehrkräften, Führungspersönlichkeiten, Verantwortlichen für die Lehrpläne* (nachstehend einfach *Erfolgreiche Lehrkräfte* genannt). Wir haben diese *mind frames* im Hauptteil unserer Studie am Anfang von [Kapitel 4](#) kurz aufgeführt. Hier versuchen wir, die damit intendierte Haltung zusammenzufassen, und greifen dafür auf ein sehr ausführliches, instruktives Interview zurück, welches John [HATTIE \(2013\)](#) in Kanada gegeben hat:

1. *Erfolgreiche Lehrkräfte sind davon überzeugt, dass ihre grundlegende Aufgabe darin besteht, die Wirkung ihres Unterrichtens auf das Lernen ihrer Schüler und deren Leistungen zu evaluieren.*

HATTIE erläutert dies wie folgt: „Was ich mit dieser ersten Geisteshaltung ausdrücken möchte, ist die Erkenntnis, dass es in der Schule und im Klassenzimmer unsere grundlegende Aufgabe ist, unsere eigene Wirkung zu evaluieren. Wenn man das einmal anerkannt hat, dann können alle Lehrmethoden, Hilfsmittel, Lernabfolgen und so weiter tatsächlich erfolgreich sein. ... Es geht nicht darum, was Lehrer *wissen* und *tun*, sondern darum, was sie *denken*.“

„Wenn es nun meine fundamentale Aufgabe ist, die Wirkung meines Unterrichts zu evaluieren, wie sieht dann mein Tag als Lehrer und Führungspersönlichkeit aus? Wie mache ich das? Nun, zu allererst muss ich aufzuhören zu reden und beginnen zuzuhören – auf die Schüler zu hören, auf ihre Diskussionen, ihre Fragen, auf das, womit sie sich auseinandersetzen, und wo sie Fehler machen. Und dann muss ich mich selbst fragen: *Wenn es das ist, was sie denken, wo sie Fehler machen, wo sie erfolgreich sind – was muss ich dann als Nächstes tun?*“

³Umfangreiches Faktenwissen aufnehmen, auswendiglernen.

⁴Tieferes Verständnis durch Verankerung und Transformation erarbeiten, Vernetzungen erschließen.

„Stattdessen haben wir oft ein Skript und einen Plan und den führen wir durch. Und manchmal sind wir dann verärgert, wenn Schüler den Fluss der Schulstunde unterbrechen [...] Wir müssen aber unseren Fokus verschieben von dem, was wir geplant haben auf die Wirkung, die wir auf die Schüler und ihren Lernerfolg haben.“

„Dieses Zuhören setzt freilich eine Lernatmosphäre mit hohem gegenseitigem Vertrauen voraus. [...] Wir müssen eine Atmosphäre schaffen, wo es ok ist *nicht zu wissen* – was hohes Engagement und Anstrengung der Lehrer voraussetzt.“

2. *Erfolgreiche Lehrkräfte sind davon überzeugt, dass Erfolg und Misserfolg der Schüler beim Lernen davon abhängen, was sie als Lehrkräfte getan oder nicht getan haben. [...] Wir sind es, die für Veränderungen verantwortlich sind.*

HATTIE erklärt das so: „Es ist die Rolle des Lehrers, Schüler zu ändern – sie von dort, wo sie sind, dahin zu bringen, wo sie hingelangen sollen, zu dem Können und Wissen, das wir Ihnen beibringen wollen.“

„Das bedeutet nicht, dass wir Änderungen bewirken um der Änderung willen. Wir müssen klar herausarbeiten, welche Veränderungen wichtig sind. Und das gehört zur Kunst des Lehrens.“

„Ich nenne diese Geisteshaltung gleich zu Anfang, weil dies eines der augenblicklichen Lehr-Probleme anspricht: den irrigen Glauben, dass wir [lediglich] ‚Ermöglicher‘ sind, dass Schüler ohnedies lernen, und wir lediglich herauszufinden haben, wo sie gerade stehen.“

„Nein! Lehren erfordert die Kenntnis dessen, was Schüler ins Klassenzimmer mitbringen. Dieses Vorwissen – Verstehen dessen, was Schüler mitbringen, hat sich als wesentlich wichtiger erwiesen als das, was wir mit ihnen tun, und welche Art der Unterrichtsstunden wir für sie geben. Das erfordert natürlich ein großes Maß von bewusstem Handeln der Lehrkräfte, um eine Menge über ihre Schüler zu wissen.“

3. *Erfolgreiche Lehrkräfte wollen mehr über das Lernen sprechen als über das Lehren.*

Auch wenn es wichtig ist, gute Lehrmethoden einzusetzen, so muss doch im Zentrum unserer Bemühungen nicht das Lehren sondern das Lernen stehen. Die Wirkung meines Tuns als Lehrer auf den Schüler ist es, was zählt. Das Lehren darf nicht „der eine und einzige Punkt“ der Ausbildung zum Lehrer sein. „Lehrer sollten aus der Hochschulausbildung mit der Expertise darüber herauskommen, wie Schüler lernen, im Gegensatz zur Expertise, wie man lehrt“, sagt HATTIE (2013).

4. *Erfolgreiche Lehrkräfte sehen in der Bewertung ihrer Schüler eine Rückmeldung über die Wirkung ihres Unterrichts.*

„Typischerweise sollen Klassenarbeiten zeigen, wie gut Schüler bei etwas sind. [...] Aber wenn man Schüler bittet, ihre Leistungen vorab einzuschätzen, findet man, dass sie bereits im Alter von 8 Jahren ihre Leistungen hervorragend voraussagen können.“

Schnell „lernen sie, was sie können und was nicht, und unglücklicherweise entsprechen ihre Leistungen diesem Niveau. Wie auch Erwachsene stufen sie

sich auf einem sehr sicheren Niveau ein. Sie sind erstaunlich gut in ihren Vorhersagen.“ Umgekehrt kann man aber auch versuchen herauszufinden, was Lehrer besonders gut oder besonders schlecht vermittelt haben.

Und „Wenn Lehrer diese Art von Information über ihre eigene Wirkung erhalten, sind sie tatsächlich sehr interessiert daran. [...] Es zeigt sich, dass Lehrer mit der Information darüber, bei wem und womit ihr Unterricht Erfolg hatte, sehr gut darin sind, [...] ihren Unterricht an diese Informationen anzupassen.“, – sagt **HATTIE** (2013).

5. *Erfolgreiche Lehrkräfte pflegen den Dialog und nicht den Monolog.*

Studien haben gezeigt, dass Lehrer (70-80)% der Unterrichtszeit reden, mit zunehmender Tendenz in höheren Jgg. . „Wenn die Lehrer nicht reden, dann arbeiten die Schüler typischerweise selbständig für sich. Und so kann das Klassenzimmer für viele Schüler ein sehr isolierender Platz werden“ (**HATTIE**, 2013).

„Es gibt aber erhebliche Fortschritte, die aufzeigen, wie man zu konstruktivem Dialog im Klassenzimmer kommt, [...] der sowohl effektiv wie auch effizient ist – denn solch eine Diskussion mit einer Lerngruppe kostet Zeit. [...] Es geht also darum, das Model des Lehrermonologs umzukehren.“

„Damit hängt auch [...] das Thema ‚Schülerfragen‘ [zusammen ...] Schülerfragen fehlen in eklatanter Weise im üblichen Unterricht. Andererseits wissen wir, dass Lehrer typischerweise 200 Fragen am Tag stellen und dass Schüler zu 97% die Antworten dazu bereits kennen. Die meisten dieser Fragen betreffen reines Faktenwissen und erfordern drei bis sieben Worte als Antwort. Im Mittel stellt jeder Schüler eine Frage pro Tag in der Schule!“ [...]

Und über Fragen in Klassenarbeiten sagt **HATTIE** „Ich habe festgestellt, dass über 90% der Fragen sich auf Faktenwissen konzentrieren und nicht auf tieferes Verständnis. Und das ist recht typisch trotz all unserer Absichten und anders lautender Behauptungen.“ **HATTIE** gibt dieser Art der Aufgabenstellung auch die Schuld am fehlenden Dialog im Klassenzimmer. All dies dürfte wohl auch für Deutschland gelten. Umgekehrt, so ist zu hoffen, bringt eine Kultur des Dialogs die Schüler dazu, selbst etwas zu *tun* und zu versuchen, ein *vertieftes Verständnis* zu entwickeln.

6. *Erfolgreiche Lehrkräfte freuen sich über Herausforderungen und ziehen sich niemals auf „ihr Bestes tun“ zurück.*

HATTIE's Anspruch an Schulen: sie „existieren nicht, um die Bedürfnisse ihrer Schüler zu befriedigen; sie existieren nicht, um den Schülern dabei zu helfen [lediglich] ihr Potenzial zu erreichen. Die Aufgabe von Schulen ist es, den Schülern zu helfen, ihr Potenzial zu übertreffen und mehr zu erreichen, als sie glaubten tun zu können. Sie sollen herausfinden, was Schüler können und ihnen helfen, besser zu werden. Und das ist eine Herausforderung. Wir sollten nie akzeptieren, was Schüler als ihr Bestes einstufen. Das ist ok. Aber es ist ein Sprungbrett für die noch bessere Leistung.“

„Wenn man Heranwachsende beobachtet, dann erlebt man, wie sie mit der Herausforderung wachsen. Ohne Frage ist es die Herausforderung, die sie mehr antreibt als alles Andere. Das wirft eine interessante Frage auf:

Lehrer denken manchmal ‚Das ist ein wirklich schwieriges Problem, ich werde es in kleinere Unterthemen zerlegen, um das Lernen für meine Schüler einfacher zu machen. Aber damit nehmen Sie ja gerade die Komplexität aus dem Lernprozess heraus! Schüler wachsen mit der Herausforderung. [...] Sie möchten die nächsthöhere Stufe erreichen, der Herausforderung begegnen und höher gelangen.“

Diese Geisteshaltung gilt nicht nur für Schüler, sondern auch für Lehrer, die ebenfalls aufgefordert sind, mehr zu geben, besser zu sein als ‚ihr Bestes‘. „Ich habe gelehrt, aber die haben nicht gelernt“, kolportiert **HATTIE**. Hier beginnt für die Lehrer die Herausforderung: „das Lösen von Problemen, das Improvisieren, das Erproben verschiedener Strategien“.

7. *Erfolgreiche Lehrkräfte sind überzeugt, dass es ihre Aufgabe ist, positive zwischenmenschliche Beziehungen im Klassenzimmer und im Lehrerkollegium zu entwickeln.*

„50% dessen, was in der Schule gelehrt wird, wissen die Schüler schon. In diesem Geschäft, das ‚Lehren‘ genannt wird, ist es eine Hauptaufgabe herauszufinden, was die Schüler *nicht* wissen und ihnen dabei zu helfen, gerade dieses zu lernen. [...] Aber um das zu ermöglichen, müssen wir eine sehr vertrauensvolle zwischenmenschliche Beziehung aufbauen“, und zwar sowohl zwischen Lehrer und Schüler als auch zwischen den Schülern.“

Denn die Atmosphäre in den „meisten Klassenzimmern, insbesondere dort wo der Monolog vorherrscht, lädt nicht dazu ein, [freimütig zu bekennen], dass man *etwas nicht weiß*.[...] Deshalb sind Vertrauen und eine gute zwischenmenschliche Atmosphäre so entscheidend“.

8. *Erfolgreiche Lehrkräfte informieren alle Beteiligten über die Sprache des Lernens.*

„Diese Geisteshaltung erwuchs aus der gemeinsamen Arbeit mit Elternhäusern.“

„Es geht darum, dass Schüler und ihre Eltern verstehen, was Lernen eigentlich ist. Dies bedeutet, dass wir Schülern dabei helfen müssen, [... das Lernen zu lernen] und ihre eigenen Lehrer zu werden. [...] Schüler sollen verstehen, was Lernen ist und herausfinden, was sie als Nächstes zu tun haben bei ihrem Lernprozess. Und ich würde behaupten, dass dies auch dazu führen kann, die Eltern stärker zu beteiligen.

Wenn Eltern tatsächlich verstehen, was wir im Klassenzimmer tun, und wie erfolgreich wir sind, insbesondere im Vergleich zu ihren eigenen frühen Schulerfahrungen, dann könnten wir einen Durchbruch erreichen. Alle Eltern wünschen für ihre Kinder eine bessere Erziehung als die, welche sie selber hatten.“

G.6 Zu Fachsystematisch gegliederten Lehrplänen

Nachstehend zitieren wir einige Textstellen aus der fachdidaktischen Literatur zur Problematik einer Gliederung von Physiklehrplänen anhand der fachsystematischen Struktur der Physik.

Aus: Sachstrukturen im Physikunterricht

BRÜCKMANN (2009), S. 53: „Die Fachstruktur der Wissenschaft Physik ist über viele Jahrhunderte hinweg gewachsen. Sie ist so umfassend, dass sie für den Physikunterricht als „Ideeengeber“ oder „Wegweiser“ verstanden werden kann, aber keinesfalls als vollständiger systematischer Lehrgang für den Physikunterricht geeignet ist (WAGENSCHNEIN, 1995; BLEICHROTH *et al.*, 1999).“ Für Martin WAGENSCHNEIN endet fachsystematischer Unterricht als ‚Schotterhaufen‘, der ‚die Systematik selbst begräbt und den Durchblick verstopft‘ (WAGENSCHNEIN, 1995, S.199). Dieser fehlende Durchblick verhindere das Verstehen der Inhalte wie auch ihrer inneren Struktur.“

Aus: Physik in interessanten Kontexten

MÜLLER (2007), S.19: „Dass der fachsystematisch strukturierte Physikunterricht nicht so erfolgreich ist, wie er es sein könnte, mag daran liegen, dass die physikalische Fachsystematik zwar ein höchst effizientes Wissensnetzwerk ist – aber nur im Kopf eines Experten. Man kann nicht erwarten, dass es dem Lernenden gelingt, aus den Eindrücken, die im Unterricht auf ihn einströmen, ein solides und strukturiertes Wissensnetzwerk zu konstruieren. Die Fachsystematik ist aus den Problemen der realen Welt durch einen langen Abstraktions- und Destillationsprozess hervorgegangen. Dass Schülerinnen und Schüler in einem rein fachsystematisch orientierten Unterricht wenige Ansatzpunkte zur Vernetzung mit ihrem bereits vorhandenen Vorwissen und auch zur Auseinandersetzung mit ihren möglicherweise abweichenden Alltagserfahrungen finden, muss nicht überraschen.“

Aus: Mehr denken, weniger rechnen

SCHECKER und KLIEME (2001), S. 115: „Aus Sicht der Schüler scheinen auch die nacheinander behandelten Inhalte im Physikunterricht wenig Zusammenhang aufzuweisen. Sie erkennen keine vertikale Vernetzung. Das steht im Widerspruch zur Fachsystematik, die sich in Lehrbüchern und in der Kursfolge der Oberstufe in der Abfolge der Themenbereiche widerspiegelt. Die fachsystematische Perspektive setzt jedoch die Kenntnis der Theoriestruktur der Physik bereits voraus (top-down). Lerner müssen diese erst entwickeln (bottom-up).“

Aus: Lehrerkompetenz als Schlüssel der inneren Schulreform

WEINERT (1998): „Wissen wird in der Regel mit einer gewissen sachlogischen Systematik vermittelt und erworben. Lange Zeit galt es als unumstritten, ob die auf diese Weise aufgebauten schulischen Kenntnisse auch im alltäglichen oder beruflichen Leben genutzt werden können. Inzwischen gibt es gravierende Zweifel. Systematisch erworbenes Wissen – so die These – ist anders strukturiert, anders organisiert und anders abrufbar als es die meisten praktischen Anwendungssituationen erfordern. Prinzipiell verfügbares Wissen bleibt deshalb oft tot, träge und

ungenutzt, obwohl man es eigentlich zur Lösung bestimmter Probleme braucht. Die Diskrepanz zwischen Lern- und Anwendungsbedingungen ist in der Regel sehr groß.“

H.1 Zur Historie

Das Menschsein ist vermutlich von Anfang an mit dem Gebrauch von Werkzeug und damit dem Einsatz von einfachster Technik verbunden. Der Faustkeil z. B. wurde sehr vielseitig eingesetzt und bereits in der Frühphase der Menschheit stetig „verbessert“ und immer neuen Anwendungsmöglichkeiten angepasst. Damit ist auch bereits ein Kennzeichen von traditioneller Technik genannt, die in allen Kulturen der Welt eine Rolle gespielt hat und nach wie vor spielt, nämlich die stetige Verbesserung und Erweiterung der Anwendungen durch „Probieren“.

Schritt für Schritt, dem Prinzip von „Versuch und Irrtum“ (*trial and error*) folgend, wird ein existierendes Werkzeug bzw. ein mit diesem verbundenes Verfahren „modernisiert“. Als ein Beispiel sei die Entwicklung von Eisen und Stahl bis ins 19. Jahrhundert genannt. Eisen wurde bereits im Altertum (Eisenzeit) gewonnen, „verhüttet“ und benutzt. Aber erst die zufällig entdeckte Wirkung von Beimengungen ermöglichte es, Stahl mit enorm verbesserten Eigenschaften zu erzeugen und bereits im 18. Jahrhundert auch Baukonstruktionen (Brücken) daraus herzustellen. Technik und Industrie des 19. Jahrhunderts sind in Europa gekennzeichnet durch die Anwendung von Stahl in vielfältigster Form; das gesamte Leben war nicht zuletzt durch Maschinen und deren Produkte bestimmt, was sich wiederum auch auf die Kunst und auf jegliche Art der geistigen Aneignung der Welt auswirkte.

Ähnliche Beispiele für die Entwicklung von Technik gibt es in verschiedensten Kulturkreisen und Zeitaltern. Sie alle demonstrieren, dass die menschliche Gesellschaft ohne Technik nicht zu denken ist und diese deshalb wie Philosophie, Wissenschaft, Kunst und Spiele zur Kultur, nämlich zu den menschengemachten Erscheinungen unserer Welt gehören.

In Europa vollzog sich noch eine Sonderentwicklung, die bereits auf die griechische Antike zurückgeht, wo es z.B. ARCHIMEDES gelang, durch ein geniales Gedankenexperiment das Hebelgesetz allgemeingültig zu beweisen, obwohl Hebel in der antiken Technik bereits weit vor ARCHIMEDES eingesetzt wurden. Auch in der Frühneuzeit wurden naturwissenschaftliche Erkenntnisse genutzt, um technische Anwendungen zu verbessern, man denke nur an erste Versuche, die Ballistik für die Geschütztechnik nutzbar zu machen oder an die Entwicklung des Fernrohrs.

Im 19. Jahrhundert setzte dann eine Entwicklung ein, die zur „industriellen Revolution“ führte. Beginnend mit der chemischen Industrie, der die synthetische Her-

stellung der Anilinfarben und deren Übertragung auf groß technische Produktion gelang, entwickelten sich u.a. Elektroindustrie und optische Industrie. Es entstand eine wissenschaftsbasierte Technik, deren Entwicklung nicht mehr durch einfaches „Probieren“ gelang. Sie setzte die Existenz naturwissenschaftlicher Grundlagenergebnisse und deren bewusste Übertragung auf technische Prozesse voraus: ohne die systematischen wissenschaftlichen Untersuchungen des Elektromagnetismus und schließlich der Entdeckung der elektromagnetischen Induktion (durch Michael FARADAY), wäre der Generator als Grundlage für die Elektroindustrie nicht gebaut worden. Entsprechendes gilt für die wissenschaftlichen Erkenntnisse von Ernst ABBE und die optische Industrie.

Das 20. Jahrhundert sah dann eine explosionsartige Zunahme wissenschaftsbasierter Techniken, die ohne die Ergebnisse naturwissenschaftlicher Forschung überhaupt nicht existierten. Beispielhaft genannt seien die gesamte Kommunikationstechnik, deren Basis das Transistorprinzip ist, sowie die Lasertechnik mit ihrem ungeheuren Anwendungspotenzial. Entsprechendes lässt sich für Chemie und chemische Industrie wie auch für Biologie – hier denke man nur an die faszinierenden Entwicklungen der Bionik – sowie für Biotechnik und moderne Agrartechnik sagen.

Heute sind alle Bereiche des menschlichen Lebens wesentlich durch moderne Techniken (mit)bestimmt. Daher wird auch nur derjenige in dieser Gesellschaft erfolgreich sein, der zumindest über die Basisprinzipien dieser Techniken informiert ist. Wenn man also Bildung als die Fähigkeit definiert, sich in gewissen Bereichen des Lebens zurechtzufinden und, wenn notwendig, auch sachgerechte Entscheidungen zu fällen, dann gehört Technik zweifellos zur Bildung (trotz SCHWANITZ, 2002) und damit selbstverständlich auch in die Schule.

H.2 Struktur und Einordnung von Naturwissenschaften und Technik

Mit der Entstehung der verschiedenen wissenschaftsbasierten Techniken ging etwa ab der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts eine Ausdifferenzierung einzelner Technikteilbereiche einher, die bis zur Entstehung eigenständiger technischer Fächer führten. Beispiele aus der Physik sind der Maschinenbau, die Elektrotechnik und die Technische Optik, in der Chemie könnte man entsprechend die Verfahrenstechnik und die Synthesechemie nennen, in der Biologie die Medizin, die Agrarwissenschaften und die Biotechnologie. Selbstverständlich bleibt es die Hauptaufgabe der Grundlagenwissenschaften, die Natur zu beschreiben, Modelle zu entwickeln und im Experiment kritisch zu prüfen, aber auch aus der aktuellen Forschung heraus werden ständig neue Anwendungen entwickelt, die sich bei entsprechend großer Bedeutung dann auch wieder zu einzelnen selbständigen Technikbereichen entwickeln können, man denke im 20. Jahrhundert im physikalischen Kontext z. B. an die Kommunikations- und an die Lasertechnik. Die Ingenieurwissenschaften dagegen nutzen das vorhandene Wissen über die Natur, um daraus Dinge zu entwickeln, die dem Menschen nützlich sind. Bei ihnen steht die erkenntnisgeleitete Anwendung (Entwicklung, Konstruktion, Design)

im Vordergrund, doch können sie keinesfalls auf die Ergebnisse der jeweiligen Grundlagenwissenschaft verzichten.

In der Schule kann diese vielfältige Gliederung in grundlagen- und anwendungsorientierte Fachrichtungen schon allein aus Aspekten des Stundenumfangs nicht abgebildet werden. Auch in andern Wissensbereichen wie z.B. den Sozialwissenschaften mit Wirtschaft, Politik, Recht u. a. ist das nicht der Fall. Daher – und das ist gut so – gibt es für die Naturwissenschaften in der Schule nur die Fächer Physik, Chemie und Biologie. Man muss sich nun aber bewusst sein, dass die drei Schulfächer sich nicht nur auf den engeren Bereich der Grundlagen beschränken dürfen, sondern weiter gefasst angelegt werden müssen, um alle oben genannten Aspekte angemessen zu erfassen. Nur so kann Schule eine breite Allgemeinbildung vermitteln und nur so können Schülerinnen und Schüler für die breite Vielfalt von Berufen interessiert und vorbereitet werden.

Während in der Biologie bereits medizinische Themen im Lehrplan verankert sind und in der Chemie zumindest die Grundsätze großchemischer Verfahren Teil des Schulunterrichts sind, besteht in der Physik Nachholbedarf, was bedeutet, dass man sich nicht nur auf den naturwissenschaftlichen Aspekt der Physik als Disziplin beschränken darf, sondern die ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen mit einbezogen werden müssen, die auf der Basis physikalischer Erkenntnisse arbeiten. Dies sind mindestens Elektrotechnik, Maschinenbau, Bauingenieurwesen und Teilgebiete wie technische Optik, o.ä., wobei deren physikalische Grundlagen die klassischen Teilgebiete der Physik wie Mechanik, Wärmelehre, Elektrizitätslehre und Optik sind. Neuere Anwendungen wie Kommunikations- und Lasertechnik basieren in weiten Teilen auf der Quantenphysik, in gewissen Bereichen spielen, wie z. B. bei der Wetterprognose, auch nichtlineare Phänomene eine Rolle. Aber selbst die Relativitätstheorie, die weithin dem reinen Grundlagenbereich zugeordnet wird, ist mittlerweile bei der weltweiten Navigation mittels Satelliten unverzichtbar, d. h., auch die modernen Gebiete der Physik an der Forschungsfront sind nicht ohne Bezug zu faszinierenden Anwendungen.

Man kann beim heutigen Stand des Wissens davon ausgehen, dass auf den Gebieten der klassischen Physik die Erkenntnisgewinnung bezüglich grundsätzlicher Fragestellungen weitgehend abgeschlossen ist, dass diese Bereiche aber sowohl für das Verständnis der Wissenschaft sowie für die Erklärung von Naturphänomenen als auch für die Technik sehr bedeutsam sind. Im Bereich der modernen Physik steht noch die Erkenntnis des Neuen und damit die Forschung im Vordergrund. Aber wie angedeutet, spielen hier mehr und mehr auch Anwendungen eine nicht unbedeutende Rolle. Das war im 19. Jahrhundert noch anders, als auch in der klassischen Physik die Erkenntnisgewinnung noch bedeutend war und die Quantenmechanik nicht existierte.

Zeitgemäßer Physikunterricht darf natürlich nicht bei der Perspektive des 19. Jahrhunderts stehen bleiben. Dadurch würde der Physikunterricht von wichtigen Aspekten der Lebenswirklichkeit der Schülerinnen und Schüler entkoppelt, insbesondere auch von Themen, die erfahrungsgemäß ein besonderes Interesse hervorrufen und damit für den Unterricht motivierend wirken. Physikunterricht mit einer Perspektive des 21. Jahrhunderts steht jedoch vor dem Dilemma, dass moderne

Themen in der Physik zu schwierig sind, um eine mathematische Modellbildung an ihnen zu behandeln, und dass das erkenntnissuchende Experimentieren für Schülerinnen und Schüler nicht immer bis ins Detail nachvollziehbar ist, d. h. notgedrungen häufig eine lediglich beschreibende Unterrichtsweise möglich wird. Es sind dann die klassischen Themen, die auf Schülerniveau quantitativ erfassbar sind und bei denen die eigentlich physikalische Arbeitsweise beispielhaft demonstriert und von den Schülern selbst nachvollzogen werden kann. Hier sind es nun wieder Beispiele aus den Ingenieurwissenschaften, die besonders geeignet sind, den Anschluss an die Lebenswirklichkeit herzustellen. Dazu kommt natürlich die Bedeutung für die historische Entwicklung des Faches, die auch nicht unterschätzt werden darf.

Da die klassische Physik einen sehr großen Teil des Schulstoffes einnimmt und gleichzeitig so eng mit der Technik zusammenhängt, ist es nicht sinnvoll, einen „Technikunterricht“ vom Physikunterricht zu trennen, würde dadurch doch ohne Not anders als in Biologie und Chemie eine künstliche Trennung von Grundlagenerkenntnissen und Anwendungen herbeigeführt, die die Schülerinnen und Schüler im Alltag in der Regel als Einheit erleben. Wir empfehlen daher dringend, dass heute genutzte Technik und moderne Technologien in den Physikunterricht harmonisch integriert werden. Neben der Arbeitsweise von Naturwissenschaftlern (Erkenntnisuche: Experimentieren/Modellieren) muss dann aber auch die Arbeitsweise von Ingenieuren (Entwicklung, Design, Optimierung) an exemplarischen Beispielen zum Gegenstand des Unterrichts gemacht werden. Es reicht nicht, Technik lediglich zur Illustration zu nutzen. Nur wenn die Perspektive Technik auf der Basis physikalischer Modelle angemessen im Unterricht integriert wird, kann den Forderungen nach einem eigenständigen Fach Technik begegnet werden.

In den Bundesländern, in denen Technikunterricht bereits etabliert ist, muss eine sehr gute Abstimmung der Themen zwischen Technik und den Naturwissenschaften erfolgen. Natürlich gehört alles in den naturwissenschaftlichen Unterricht, was zu den grundlegenden Gesetzmäßigkeiten der entsprechenden Disziplin führt. Im Technikunterricht können dann wichtige zusätzliche Themen behandelt werden, die anwendungsdominiert sind und in den naturwissenschaftlichen Fächern keinen Platz finden. Zusätzlich kann ein Fach Technik im Wahlbereich oder freiwilligen AG-Bereich interessant für Schülerinnen und Schüler sein, die die ingenieurwissenschaftliche Perspektive vertiefen wollen.

Doch die Trennung von Physik und Technik im Unterricht ist immer nur die zweitbeste Lösung, da Grundlagen und Anwendungen sachlich eine Einheit bilden, so wie das auch von den Schülerinnen und Schülern in ihrem Alltag erlebt wird. Es bietet sich dann gewissermaßen zwangsläufig an, über das Spektrum der verschiedenen Teilgebiete der Physik die heutigen Ziele und Arbeitsweisen der unterschiedlichen Disziplinen rund um die Physik optimal im Unterricht darzustellen und gleichzeitig die Inhalte zu vermitteln, die zu einer naturwissenschaftlich/technischen Allgemeinbildung gehören. Bei dieser Art von Unterricht werden Schülerinnen und Schüler nicht nur mit Alltagsphänomenen vertraut – seien es solche in der Natur, seien es solche technischer Art –, sondern

sie werden auf die unterschiedlichen MINT-Berufe gleichzeitig vorbereitet und für sie interessiert.

Auszug aus den Empfehlungen der Konferenz der Fachbereiche Physik



... zum Umgang mit den Mathematikkenntnissen von Studienanfängern der Physik

Die Konferenz der Fachbereiche Physik (KFP) hat am 7. November 2011 eine „Empfehlung zum Umgang mit den Mathematikkenntnissen von Studienanfängern der Physik“ gegeben (KFP, 2011). Sie unterscheidet zwischen mathematischen Inhalten, die in der Schule erworben sein sollten, und solchen, die erst im Studium zu vermitteln sind. Im Folgenden stellen wir die Inhalte zusammen, die demzufolge bei Studienbeginn vorausgesetzt werden können, sollen und müssen, weil sie in (fast) allen Bundesländern zum Schulstoff gehören.

Diese mathematischen Inhalte beschreiben umgekehrt also auch gerade das, was im Physikunterricht im Laufe der Zeit zunehmend an mathematischen Kompetenzen, Kenntnissen und Fähigkeiten verwendet werden kann, weil es im Mathematikunterricht erworben worden sein sollte.

Weiteres (etwa Folgen und Reihen, komplexe Zahlen, Matrizen, Differentialgleichungen u.a.) wird in aller Regel erst im Studium gelehrt und gelernt. Es wird empfohlen, die detaillierte Liste der KFP-Empfehlungen gerade auch im Hinblick auf diejenigen Mathematik-Inhalte anzusehen, die am Studienbeginn NICHT vorausgesetzt werden können.

Am Ende der gymnasialen Oberstufe und damit bei Studienbeginn vorausgesetzte Mathematische Kenntnisse und Fähigkeiten lt. Empfehlung der KFP

Zunächst elementare Fertigkeiten aus der Mittelstufe:

Berechnung von Flächen- und Volumeninhalten geometrischer Formen, Umstellen von Gleichungen, Bruchrechnung, Zahlbegriff, reelle und rationale Zahlen, Einheitenbehaftete Größen, Umrechnungen.

Vektoren:

Skalare und Vektoren, Komponentendarstellung, Kartesische Koordinaten, Rechenregeln für Vektoren, Winkel zwischen Vektoren, Gerade im Raum, Ebene im Raum, Lineare Unabhängigkeit, Skalarprodukt (Inneres Produkt), Vektorprodukt (Äußeres oder Kreuz-Produkt).

Lineare Gleichungssysteme:

Lösung einfacher linearer Gleichungssysteme, Lösungsverfahren (z.B. GAUSS-Algorithmus), Schnitte von Ebenen von Ebenen, Allgemeine Lösung in 3 Dimensionen.

Elementare Funktionen:

Funktionsbegriff, (graphische) Darstellung einer Funktion, Polynome, Rationale Funktionen, Binomischer Satz, Trigonometrische Funktionen, Exponentialfunktion, Rechenregeln für Exponentialfunktion, Logarithmus, Rechenregeln für Logarithmus, Begriffe: monoton, stetig, umkehrbar, Parameter in Funktionen, Bestimmung aus bekannten Funktionswerten, Kurvenscharen für sin-Funktion, e-Funktion, Polynome, Verkettungen von Funktionen.

Differentialrechnung:

Bedeutung: Steigung, Änderungsrate, Differenzenquotient, Nutzung des Begriffs „Grenzwert“ an diesem Beispiel, Ableitungen elementarer Funktionen: Polynome, sin, cos, exp, $1/x$, Höhere Ableitungen, Produkt-, Quotienten-, Kettenregel.

Integralrechnung:

Bestimmtes Integral, Interpretation als Fläche unter einer Kurve und als Kumulieren einer Größe, Integral als Summe (von infinitesimalen Größen), Nutzung des Begriffs „Grenzwert“ an diesem Beispiel, Unbestimmtes Integral, Stammfunktion, Integrale elementarer Funktionen, Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung, Linearität der Integration, Unendliche Integrationsgrenzen.

Statistik:

Zufallsgröße, Ergebnis, Ergebnismenge, Ereignis, LAPLACESCHE Wahrscheinlichkeit, Zufallsexperiment, Binomialverteilung, Normalverteilung.

J.1 Kriterienkatalog für Animationen

RICHTBERG *et al.* (2013) kommunizieren einen Kriterienkatalog für Animationen im Physikunterricht, der von der *International Conference on Multimedia in Physics Teaching and Learning, MPTL* zusammengestellt wurde (Die 20ste Konferenz findet 2015 in München statt: GIRWIDZ, 2015). Diese Kriteriensammlung bietet, zusammen mit den in Tab. J.1 zusammengestellten URLs, einen guten Einstieg für die Nutzung dieser Medien auf der Basis fertiger Animationen und Simulationen:¹

Zum Inhalt

Relevanz

- Ist die Thematik wichtig?
- Macht die Anwendung Sinn (z. B. für Verständnisprobleme, Animation für dynamische Abläufe, usw.)?

Thematik umfassend behandelt

- Wird der Inhalt gründlich behandelt?
- Sind die benutzten physikalischen Gesetze, Gleichungen und Formeln klar erkennbar?
- Wird der Inhalt in angemessener Breite erschlossen (Allgemeiner Überblick und Spezialfälle)?

Korrektheit

- Ist der Inhalt korrekt behandelt?
- Sind Vereinfachungen dokumentiert bzw. werden sie angezeigt?

Zum methodischen Ansatz

Flexibilität im Einsatz

- Ist die Anwendung für die anzusprechende Zielgruppe nutzbar (auch für das Selbstlernen)?

¹Wir reproduzieren hier diese Zusammenstellung mit leichten Änderungen und Ergänzungen

- Ist das Programm in verschiedenen Lehr- und Lernszenarien einsetzbar?
- Eröffnet das Multimedia-Programm neue Zugänge zu einem wichtigen Thema?

Didaktische Qualität

- Kommt eine sinnvolle didaktische Reduktion zum Einsatz?
- Werden technische Fachbegriffe erläutert?
- Sind die Zielsetzungen angemessen?

Umsetzung des Multimediakonzepts

- Kann das Grundkonzept der Anwendung den Inhalt angemessen präsentieren und die Zielsetzung realisieren?
- Ist der Typ der Multimedia-Anwendung für den Zweck angemessen ausgewählt und zusammengestellt (Video, Simulation, usw.)?

Erläuterungen und Dokumentation

- Ist das Verfahren klar oder entsprechend erklärt?
- Ist der für die numerischen Berechnungen benutzte Algorithmus klar erkennbar und ggf. zugänglich und modifizierbar?
- Ist das Material selbsterklärend oder durch Zusatztext erklärt?
- Gibt es weiterführende Links und Literaturhinweise?
- Gibt es Vorschläge für die Einbindung in Lehrprozesse?

Zum Nutzungsrahmen

Klare Beschreibung und Zielsetzung

- Ist die Zielsetzung gut dokumentiert und evident?
- Ist dem Nutzer klar, was er tun soll?
- Ist das Problem klar erkennbar, bzw. der Inhalt verständlich?

Benutzerfreundlichkeit

- Ist die Anwendung einfach zu starten?
- Ist das Design schlüssig und die Bildqualität gut?
- Ist die Funktion der Kontrollelemente klar erkennbar?
- Sind die Anforderungen der Software klar und angemessen?

Attraktivität

- Ist das Layout ansprechend?
- Gibt es eine motivierende Einführung?
- Gibt es interaktive Komponenten?
- Ist das Thema interessant (Alltagsbezüge, Anwendungen usw.)?
- Ist das Programm technisch „up to date“ / innovativ?
- Werden Programmiersprache und Programmcode kommuniziert?
- Erlaubt das Programm dem Experten ggf. einfache Eingriffe und Modifikationen zur Anpassung?

J.2 Tabelle mit URLs zu Simulationen im Internet

Tab. J.1: Sammlung von Simulationen und Animationen für den Physikunterricht im Internet nach (RICHTBERG *et al.*, 2013, Tabelle 1 und 2). Man beachte, dass das Internet sich rasch wandelt und daher Web-Sites nach einiger Zeit ggf. nicht mehr auffindbar sein können.

http://www.compadre.org/osp/	Große englischsprachige Sammlung von Animationen und hauptsächlich Simulationen zu allen Gebieten der Physik von der Grundschule bis zur Universität. Umfangreiche Such- und Filteroptionen.
http://www.leifiphysik.de	Eine der wohl beliebtesten Websites für Physiklehrer und Lernende, an der auch wir uns inhaltlich orientiert haben LEIFI-PHYSIK (2013). Nach Jahrgangsstufe und Fachinhalt sortiert. Versuchs- und Aufgabenpool. Viele Visualisierungen enthalten.
http://www.walter-fendt.de	Gut 50 Java-Applets sortiert nach den klassischen Gebieten der Physik. Download im Paket möglich. In mehr als 20 Sprachen übersetzt.
http://phet.colorado.edu/de/	Sehr umfangreiche Sammlung von Java-Applets, Übersetzungen in viele Sprachen. Umfangreiche Suchfunktion. Simulationen werden nach und nach auf HTML5 umgestellt (derzeit nur englisch).
http://www.merlot.org	Sehr umfangreiche englischsprachige Sammlung verschiedenster Lern- und Lehrmaterialien. Feingliedrige Suche möglich.
http://www.s-hb.de/~zietlow/phmulti.htm/	Link-Sammlung von Animationen und Simulationen. Sortiert nach klassischen Gebieten der Physik.
http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/physik/online_material/	Lernmaterialien sortiert nach klassischen Gebieten der Physik. Viele Simulationen und zugehörige Aufgaben enthalten.
http://www.planet-schule.de/sf/multimedia.php	Grafisch anspruchsvoll. Eher spielerischer Zugang. Wenige Simulationen zur Physik (z. B. http://www.planet-schule.de/sflphplmmewin.php?id=134).
http://www.tutz.ws/Animationen/Animationen.html	Gut 60 Java-Applets. Sortiert nach klassischen Gebieten der Physik.
http://www.zum.de/dwu/animphy.htm	Etwa 25 Animationen sortiert nach klassischen Gebieten der Physik. Druckvorlagen für Overhead-Folien und Lösungsvorschläge vorhanden.
http://www.agwiss.de/Animationen/physik.htm	30 Animationen auf CD erhältlich. Demoversionen auch im Internet.

Tab. J.1: Fortsetzung der Sammlung von Simulationen und Animationen für den Physikunterricht im Internet nach (RICHTBERG *et al.*, 2013, Tabelle 1 und 2)

http://www.harfesoft.de/aixphysik/index.html	Umfangreiche Sammlung an Java-Applets zu teils speziellen physikalischen Themen.
http://www.physclips.unsw.edu.au	Englischsprachige Website der School of Physics der University of New South Wales in Sydney. Animationen und Filme zu Mechanik, Akustik und Wellen sowie Licht.
http://www.k-wz.de/uebersicht.html	Animationen zur Wärmelehre (vor allem zu Motoren) und zu E-Lehre.
http://www.pk-applets.de	Knapp 20 Applets zur Physik.
http://www.raiming.de/physikshow/	Ein gutes Dutzend Flash-Animationen zu physikalischen Themen.
http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/	Internetforum zu physikalischen Simulationen. Simulationen zum Download und Diskussionen zu einzelnen Simulationen.
http://www.didaktik.physik.uni-muenchen.de/materialien/multimedia/index.html	Applets zur Wärmelehre, Lernumgebung zur Ablenkung von Elektronen im E- und B-Feld, Visualisierungen zum Transformator.
http://www.abi-physik.de/	„Abi-Physik“ ist ein Online-Lernportal mit dem Themenschwerpunkt Physik der Oberstufe. Hier finden sich alle wichtigen Themen, deren Kenntnis für das Abitur vorausgesetzt wird. Viele Animationen.

Im Hauptteil der Studie wird in [Kapitel 4.9](#) dafür plädiert, außerschulische Lernaktivitäten von besonders an Physik interessierten Schülern und Schülerinnen angemessen in die schulische Leistungsbewertung einzubeziehen.

Für die Sekundarstufe I hat die [KMK](#) bereits [2012](#) eine Empfehlung dazu verabschiedet, welche die besondere Bedeutung solcher Lernangebote und deren Nutzung unterstreicht.

Offenbar gibt es aber bislang dafür keine allgemein gültigen und öffentlich kommunizierten Verordnungen der Bundesländer. Vielfach lassen sich Hinweise darauf finden, dass Schulen die Anerkennung (bzw. Nicht-Anerkennung) intern regeln. Dafür nutzen sie unterschiedliche Möglichkeiten, wie die positive Berücksichtigung bei der Notengebung, Vermerke auf Zeugnissen oder die Anerkennung des Wettbewerbs als Ersatzleistung für eine andere Anforderung des jeweiligen Unterrichtsfachs.

Für die Sekundarstufe II besteht dagegen in allen 16 Bundesländern die Möglichkeit, „besondere Lernleistungen“ als Teil der Abiturprüfungen einzubringen (siehe auch [KMK, 2013](#)). Externe Wettbewerbe, Seminare oder andere wissenschaftspropädeutische Arbeiten können anerkannt werden, sofern sie einen Bearbeitungsumfang von mindestens zwei Semestern aufweisen, eine Zuordnung zu einem Schulfach möglich ist, in dem die Bewertung erfolgen kann, und das Niveau der Lernleistung den Anforderungen der [Sek II](#) entspricht. Bei Wettbewerben gilt hier insbesondere, dass ein Weiterkommen in eine zweite Auswahlrunde in der Altersklasse genügt, um ein gehobenes Niveau zu sichern. Für die besondere Lernleistung muss in der Regel eine schriftliche Ausarbeitung eingereicht werden, die anschließend in einem 30-minütigen Kolloquium verteidigt wird.

Im folgenden geben wir eine Übersicht über die derzeit geltenden Regelungen für die Anerkennung besonderer Lernleistungen in den Bundesländern, soweit die entsprechenden Verordnungen öffentlich zugänglich sind.

BADEN-WÜRTTEMBERG (Jahr unbek.): Das mündliche Prüfungsfach kann auch durch eine **besondere Lernleistung** ersetzt werden, die einem Aufgabenfeld zuzuordnen ist. [...] Die besondere Lernleistung (Seminarkurs, Teilnahme an einem Wettbewerb oder Frühstudium) umfasst immer eine Dokumentation der angewandten Methoden, des Arbeitsprozesses und der erreichten Ergebnisse sowie ein abschließendes Kolloquium. Hauptziel dieses Angebotes ist die Förderung von

Für die [Sek I](#) gibt es bislang keine einheitlichen Regelungen der 16 Bundesländer, um außerschulisches Engagement von Schülern auch im Rahmen der schulischen Leistungsbewertung angemessen zu berücksichtigen.

Für die [Sek II](#) werden **außerschulische Lernleistung** in der Regel in allen 16 Bundesländern angemessen als Teil der im Abitur zu erbringenden Leistungen anerkannt.

Methoden- und Sozialkompetenz, vor allem aber des selbständigen Lernens. Die generelle Zielsetzung der gymnasialen Oberstufe wird hier noch einmal besonders akzentuiert. Mit dem Seminarkurs ist es möglich, eine Prüfungsleistung bereits vor der schriftlichen Abiturprüfung abzulegen.

BAYERN (2007b): Artikel 56: (3) Die Seminararbeit kann durch einen gleichwertigen Beitrag zu einem vom Staatsministerium als geeignet anerkannten Wettbewerb aus demselben Aufgabenfeld ersetzt werden.

Artikel 61: (8) 1 Für die Gesamtleistung im Projekt-Seminar zur Studien- und Berufsorientierung (besondere Lernleistung) werden insgesamt maximal 30 Punkte vergeben. 2 Über die Gewichtung der kleinen Leistungsnachweise entscheidet die Lehrkraft. 3 Beiträge aus einem vom Staatsministerium als geeignet anerkannten Wettbewerb können in die Bewertung einbezogen werden.

BERLIN (2012): Die besondere Lernleistung: [...] Für alle Formen der besonderen Lernleistung muss das Referenzfach vier Kurshalbjahre besucht werden. Der erwartete Arbeitsumfang bei der Erstellung der schriftlichen Arbeit entspricht den Ergebnissen in einem zweisemestrigen Kurs. Wichtig dabei ist, dass das Thema selbständig erarbeitet wird, d. h., dass es nicht im Unterricht behandelt wurde und die Betreuung durch die Lehrkraft auf wenige Beratungen (etwa drei bis vier) beschränkt sein sollte. Bei der besonderen Lernleistung besteht das Prüfungsgespräch aus einer Kurzpräsentation der Ergebnisse und einem nachfolgenden Gespräch über fachliche Aspekte, die erbrachte inhaltliche und methodische Leistung, ihre wissenschaftspropädeutische Einordnung und die Dokumentation. Die Gesamtnote der fünften Prüfungskomponente ergibt sich abschließend aus den Teilnoten für die schriftliche Ausarbeitung und das Prüfungsgespräch. Diese werden im Verhältnis 3 : 1 gewertet. [...]

Wettbewerbe: Eine Vielzahl von Fächern bietet die Möglichkeit einer Wettbewerbsteilnahme. Dabei gelten die Bedingungen der Verordnung über die gymnasiale Oberstufe und der Ausführungsvorschriften Prüfungen. Eine Wettbewerbsleistung in die Abiturbewertung einfließen zu lassen, soll die Schülerinnen und Schüler einerseits anhalten, verstärkt an diesen Wettbewerben teilzunehmen bzw. ermöglicht andererseits, außergewöhnliche und außerschulische Leistungen auch innerhalb der Schule zu würdigen. Zur besonderen Lernleistung aus einem Wettbewerb gehört, dass die Schülerinnen und Schüler eine schriftliche Arbeit zu einem Referenzfach einreichen und diese im Prüfungsgespräch erörtern. Es besteht die Möglichkeit, den Wettbewerbsbeitrag als besondere Lernleistung einzubringen, wenn dieser eindeutig einem Referenzfach zuzuordnen ist und die Einzelleistung erkennbar wird.

BRANDENBURG (2006): Eine Vielzahl von Fächern bietet die Möglichkeit einer Wettbewerbsteilnahme. Dabei gelten die Bedingungen der Verordnung über die gymnasiale Oberstufe (VO-GO). Die Möglichkeit, **Wettbewerbsleistungen in das Abitur einfließen zu lassen**, soll die Schülerinnen und Schüler anhalten, verstärkt an diesen Wettbewerben teilzunehmen bzw. ermöglicht, außergewöhnliche und

außerschulische Leistungen auch innerhalb der Schule zu würdigen. [...] Bei allen anderen Fächern gibt es keine Regelungen. Die Zulassung eines Wettbewerbs in den Fachanlagen der Ausführungsvorschriften Prüfungen bedeutet, dass nur ggf. eine ergänzende schriftliche Dokumentation zu erbringen ist. Es besteht bei diesen Wettbewerben also die Möglichkeit, den Wettbewerbsbeitrag allein als besondere Lernleistung einzubringen. Ergänzungen sind dann notwendig, wenn es um die Erkennbarkeit individueller Leistungen in Partner- oder Gruppenarbeiten geht oder der Bezug zum Referenzfach im Wettbewerbsbeitrag nicht deutlich genug ist. [...] Zur Wettbewerbsteilnahme gehört, dass die Schülerinnen und Schüler eine schriftliche Arbeit zu einem Referenzfach verfassen und diese im Kolloquium verteidigen. Die Erstbeurteilung der schriftlichen Arbeit auf der Grundlage des Wettbewerbsbeitrags muss durch eine Lehrkraft der Berliner Schule erfolgen.

BREMEN (2005): §16 Die besondere Lernleistung: (1) Die besondere Lernleistung ist ein umfassender Beitrag aus der erfolgreichen Teilnahme an einem genehmigten Wettbewerb. (2) Die besondere Lernleistung besteht aus drei aufeinander bezogenen Prüfungsteilen: 1. der schriftlichen Dokumentation des Wettbewerbsbeitrags, 2. einer schriftlichen Reflexion des Erarbeitungsprozesses, 3. einem Kolloquium auf der Grundlage von Nummer 1 und 2. Die Dauer des Kolloquiums beträgt mindestens 30 Minuten. Es soll eine Stunde nicht überschreiten. (3) Waren an den Teilen von Absatz 2 Nr. 1 bis 3 mehrere Prüflinge beteiligt, muss die individuelle Prüfungsleistung nachweisbar und bewertbar sein. (4) Über die Leistungen entscheidet der Fachprüfungsausschuss. Er legt die Gesamtnote fest. §14 Absatz 4 bis 6 gilt entsprechend. Unmittelbar nach der Prüfung werden abweichend von §17 Abs. 2 dem Prüfling die Notenergebnisse zusammen mit den wesentlichen Gründen für die Bewertung mitgeteilt. (5) Die Durchführung des Kolloquiums für die besondere Lernleistung findet frühestens nach der Meldung zur Prüfung statt und muss bis zur ersten Prüfungskonferenz abgeschlossen sein.

HAMBURG (2009b): §8 Besondere Lernleistung: (1) Die Schülerinnen und Schüler können einzeln oder in Gruppen eine besondere Lernleistung erbringen, die sich über mindestens zwei Semester erstreckt. Eine besondere Lernleistung kann insbesondere ein umfassender Beitrag zu einem von einem Bundesland geförderten Wettbewerb sein, eine Jahresarbeit oder das Ergebnis eines umfassenden, auch fächerübergreifenden Projekts oder Praktikums in einem Bereich, der sich einem Fach aus dem Pflicht- oder Wahlpflichtbereich zuordnen lässt. (2) Das Ergebnis der besonderen Lernleistung kann gemäß §32, gegebenenfalls in Verbindung mit §47 oder §55 in die Gesamtqualifikation eingebracht werden, wenn die Lernleistung oder wesentliche Bestandteile noch nicht in die Bewertung der im Unterricht erbrachten Leistungen eingegangen sind. Die besondere Lernleistung ist in diesem Fall schriftlich zu dokumentieren. Die Schülerinnen und Schüler erläutern die Ergebnisse in einem etwa dreißigminütigen Fachgespräch und beantworten Fragen. Wurde die besondere Lernleistung in einer Gruppe erbracht, muss der individuelle Anteil der beteiligten Schülerinnen und Schüler feststellbar und bewertbar sein.

HESSEN (2009a): (4) **Eine besondere Lernleistung** wird im Rahmen oder Umfang eines Kurses von mindestens zwei Halbjahren erbracht. Dieses kann zum Beispiel sein: ein umfassender Beitrag aus einem vom Land geförderten Wettbewerb, eine Jahresarbeit, die Ergebnisse eines umfassenden, auch fachübergreifenden Projekts oder Praktikums in Bereichen, die schulischen Referenzfächern zugeordnet werden können. [...] Die besondere Lernleistung ist schriftlich zu dokumentieren. Voraussetzung für die Einbringung ist, dass die besondere Lernleistung oder wesentliche Bestandteile noch nicht anderweitig angerechnet wurden. [...] Bei der Prüfung ist nachzuweisen, dass sie oder er fachliches Wissen angemessen schriftlich und mündlich darstellen kann, die Aufgabenstellung selbständig konzipiert, bearbeitet und reflektiert hat und fähig ist, den Arbeitsprozess exakt und kritisch zu dokumentieren. [...] (6) Die betreuende Lehrkraft und eine weitere Lehrkraft, die von der Schulleiterin oder dem Schulleiter bestimmt wird, bewerten die schriftliche Ausarbeitung der besonderen Lernleistung. In einem Kolloquium stellt die Prüfungsteilnehmerin oder der Prüfungsteilnehmer die Ergebnisse dar, erläutert sie und antwortet auf Fragen.

HESSEN (2009b): Würdigung der Wettbewerbsleistungen: 1. Schülerinnen und Schüler, die in geförderten Wettbewerben besonders gute Leistungen erbracht haben, können auf Antrag des Veranstalters oder Trägers oder der jeweiligen Landeswettbewerbsleitung von dem Hessischen Kultusminister oder der Hessischen Kultusministerin ausgezeichnet werden. Auf diese Möglichkeit werden die Veranstalter oder Träger durch das Hessische Kultusministerium hingewiesen. 2. Schulen, die über mehrere Jahre hin eine überdurchschnittlich starke und erfolgreiche Beteiligung an geförderten Wettbewerben aufzuweisen haben, können auf Antrag des Veranstalters oder Trägers des Wettbewerbs von dem Hessischen Kultusminister bzw. der Hessischen Kultusministerin ausgezeichnet werden. 3. Schülerinnen und Schüler, die auf Landes- oder Bundesebene Siegerin oder Sieger eines geförderten Wettbewerbs werden, können entsprechend eine Urkunde des Hessischen Kultusministers bzw. der Hessischen Kultusministerin, in der ihnen die Teilnahme und der Erfolg bei dem Wettbewerb bescheinigt werden, erhalten. 4. Wettbewerbsleistungen, die bei geförderten Wettbewerben eingebracht werden und bei denen der Anteil einer Schülerin oder eines Schülers zweifelsfrei erkennbar ist, können auf Wunsch der Schülerin oder des Schülers bei der Benotung des Bezugsfaches angemessen berücksichtigt werden. 5. Die erfolgreiche Teilnahme an einem Schülerwettbewerb soll auf Wunsch der Schülerin oder des Schülers im Zeugnis vermerkt werden.

MECKLENBURG-VORPOMMERN (Jahr unbek.): Besondere Lernleistungen können sein: ein umfassender Beitrag aus einem von den Ländern geförderten Wettbewerb, eine Jahres- oder Seminararbeit, Ergebnisse eines umfassenden, fachübergreifenden Projekts oder Praktikums. Eine besondere Lernleistung ist inhaltlich einem oder mehreren schulischen Unterrichtsfächern zugeordnet. Die Arbeit an der besonderen Lernleistung erfolgt in einem Umfang von mindestens einem Schuljahr in der Qualifikationsphase. Die Arbeit an der besonderen

Lernleistung kann als Belegung eines Unterrichtsfaches aus dem Wahlbereich im 3. und 4. Halbjahr gewertet werden. Damit stehen dem Schüler zwei Wochenstunden für die Erstellung der besonderen Lernleistung zur Verfügung. In der Abiturprüfung kann die besondere Lernleistung eines der drei Aufgabenfelder ersetzen. In der Gesamtqualifikation wird sie in Block II anstelle und anstatt der Prüfungsleistung des vierten Prüfungsfaches angerechnet. [...] Das Kolloquium wird in der Form einer mündlichen Prüfung auf der Grundlage der schriftlichen Dokumentation abgehalten. Bei Gemeinschaftsarbeiten kann das Kolloquium als Gruppenprüfung stattfinden.

NIEDERSACHSEN (2007b): Besondere Lernleistung in der Abiturprüfung:

(1) Die besondere Lernleistung besteht aus einem schriftlichen und einem mündlichen Prüfungsteil. (2) Der schriftliche Prüfungsteil besteht aus einer schriftlichen Dokumentation, die auf der Grundlage des Unterrichtsinhalts oder im Rahmen von mindestens zwei Schulhalbjahren erbracht worden ist. Für die Bewertung des schriftlichen Prüfungsteils gilt §9 Abs. 2 entsprechend. Waren mehrere Prüflinge an der Erstellung der Dokumentation beteiligt, so muss die individuelle Prüfungsleistung erkennbar und bewertbar sein. (3) Der mündliche Prüfungsteil wird als Kolloquium auf der Grundlage der schriftlichen Dokumentation durchgeführt. Das Kolloquium ist eine Gruppenprüfung, sofern mehrere Prüflinge an der schriftlichen Dokumentation beteiligt waren; die Bewertung der individuellen Prüfungsleistung ist sicherzustellen. (4) Für die Leistungen des Prüflings in der schriftlichen Dokumentation und im Kolloquium wird vom Fachprüfungsausschuss eine Gesamtnote nach der Anlage 1 gebildet. [zusätzliche Information von Burkhard Vettin: Besonderes Engagement bei Wettbewerben sollte bei der Benotung im jeweiligen Fach auch in der [Sek I](#) berücksichtigt werden]

NIEDERSACHSEN (2015): Anerkennung von Wettbewerbsleistungen, bei denen der Anteil der Schülerin oder des Schülers zweifelsfrei erkennbar ist, können von der jeweiligen Fachlehrkraft bei der Benotung des entsprechenden Faches berücksichtigt werden. Die Teilnahme an Schülerwettbewerben ist nach dem Erlass *Zeugnisse in den allgemein bildenden Schulen* vom 24. Mai 2004 (SVBl. S. 305, 505) unter *Bemerkungen* einzutragen. Ein umfassender Beitrag aus einem von den Ländern geförderten Wettbewerb kann als so genannte *besondere Lernleistung* in die Gesamtqualifikation für das Abitur eingebracht werden.

NORDRHEIN-WESTFALEN (2001): Die besondere Lernleistung bietet Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit, einen besonderen Begabungs- und Interessenschwerpunkt über den Unterricht hinaus zu verfolgen, so dass ihre Selbständigkeit und Kreativität gefördert und ihre wissenschaftspropädeutische Kompetenz erhöht werden. Die besondere Lernleistung verbindet die Förderung individueller Interessen, Neigungen und Begabungen mit schulischem Lernen. Ihr Thema soll einem oder mehreren schulischen Referenzfächern zugeordnet werden, Lehrerinnen und Lehrer können den Arbeitsprozess begleiten. Im Zentrum aber steht die eigenverantwortliche Gestaltung des Lern- und Arbeitsprozesses,

seiner Dokumentation und Präsentation. Die Prinzipien des selbständigen, wissenschaftspropädeutischen Arbeitens gelten für den gesamten Arbeitsprozess von der Themenwahl und Zielsetzung über die Planung, Informationsbeschaffung und -auswertung, Strukturierung, Bearbeitung, Darstellung und Dokumentation bis zur Präsentation. Diese Prinzipien sind auch bestimmend für die Beratung, Beurteilung und Bewertung der besonderen Lernleistung und entscheiden über die Möglichkeit, ob aus einer in Wettbewerben, Projekten, Praktika oder Arbeitsgemeinschaften erbrachten Leistung eine besondere Lernleistung erwachsen kann. [Cathrin Gronenberg: Die Wettbewerbe in der [Sek I](#) können durch einen Vermerk auf dem Zeugnis anerkannt werden, dafür gibt es sogar ein extra Beiblatt bzw. eine Rubrik auf den Zeugnissen. Selbst Abschlusszeugnisse sind davon nicht ausgeschlossen]

RHEINLAND-PFALZ (2010a): Eine besondere Lernleistung kann rechnerisch wie ein fünftes Prüfungsfach eingebracht werden oder das fünfte Prüfungsfach ersetzen. In letzterem Fall muss die „besondere Lernleistung“ dem fünften Prüfungsfach zugeordnet sein. Eine absolvierte Prüfung kann nicht ersetzt werden.

SAARLAND (2010): Eine besondere Lernleistung kann z. B. ein umfassender Beitrag aus einem vom Saarland geförderten Wettbewerb (z. B. Jugend forscht, Fremdsprachenwettbewerb), eine Jahresarbeit, ein umfassendes, auch fächerübergreifendes Projekt, das schulischen Fächern zugeordnet werden kann, sein. Dabei sind folgende Bestandteile der besonderen Lernleistung zu erbringen: eine schriftliche Dokumentation (Darstellung des Problems, von Lösungswegen und Ergebnissen im Umfang von 15 bis 25 Seiten ohne Anhang und Präsentationselemente) eine Präsentation und Befragung in Form eines mündlichen Kolloquiums. Die erreichte Note kann an Stelle von zwei Halbjahresnoten aus 11.1 bis 12.2 des Seminarfachs eingebracht werden. Das bedeutet, dass die erreichte Einzelnote doppelt eingebracht wird (vgl. Übersicht „Struktur des Seminarfachs/besondere Lernleistung“)

SACHSEN (2008b): Bedingungen für die Anerkennung einer Arbeit als **besondere Lernleistung** sind die gezielte Aufarbeitung und systematische Reflexion von Arbeitsgegenstand, Arbeitsverlauf und Arbeitsergebnis. Diese Forderungen gelten ausnahmslos für alle Themen. Wesentlicher Bestandteil der Besonderen Lernleistung ist in jedem Fall eine schriftliche Dokumentation. Besondere Lernleistungen sind: 1. ein umfassender Beitrag in einem vom Freistaat Sachsen geförderten Leistungswettbewerb, einem vergleichbaren Bundeswettbewerb oder einem internationalen Leistungswettbewerb, 2. eine umfangreiche Arbeit mit wissenschaftspropädeutischem Anspruch, 3. die Aufarbeitung eines umfassenden, auch fachübergreifenden Projektes oder Praktikums.

SACHSEN-ANHALT (2013): §15 Besondere Lernleistung: (1) Die besondere Lernleistung ist eine Leistung auf Abiturniveau, die Schülerinnen und Schüler freiwillig und selbständig in der Qualifikationsphase erbringen können. Im

Arbeitsumfang muss sie mindestens einem zwei Kurshalbjahre umfassenden Wahlpflichtkurs entsprechen. [...] (3) Die besondere Lernleistung ist schriftlich zu dokumentieren und in einem Kolloquium darzustellen und zu erläutern. Sie darf weder vollständig noch in Teilen in Kursbewertungen einfließen. (4) Die schriftliche Dokumentation muss spätestens vor Beginn der Abiturprüfung vorliegen. Das Kolloquium findet spätestens in der Zeit der mündlichen Abiturprüfungen statt.

SCHLESWIG-HOLSTEIN (2000): Besondere Lernleistungen können sein: eine Jahres- oder Seminararbeit, die Ergebnisse eines umfassenden, auch fachübergreifenden Projektes oder Praktikums oder ein umfassender Beitrag zu einem von den Ländern geförderten Wettbewerb in Bereichen, die schulischen Referenzfächern zugeordnet werden können. Eine „besondere Lernleistung“ ist schriftlich zu dokumentieren.

THÜRINGEN (2009): Eine besondere Lernleistung wird im Rahmen oder Umfang eines Kurses von mindestens zwei Halbjahren erbracht. Dieses kann zum Beispiel sein: ein umfassender Beitrag aus einem vom Land geförderten Wettbewerb, eine Jahresarbeit, die Ergebnisse eines umfassenden, auch fachübergreifenden Projekts oder Praktikums in Bereichen, die schulischen Referenzfächern zugeordnet werden können. Im Fach Sport ist abweichend von §17 Abs. 2 die Belegung dreistündiger Kurse nicht erforderlich. In den Fächern Sport und Darstellendes Spiel entfällt die fachpraktische Prüfung nach §24 Abs.4. Die besondere Lernleistung ist schriftlich zu dokumentieren. Voraussetzung für die Einbringung ist, dass die besondere Lernleistung oder wesentliche Bestandteile noch nicht anderweitig angerechnet wurden.

Anhang zum Anhang

Akronyme und Glossar

BLK: ‘Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung’, bis Ende 2007 <http://www.blk-bonn.de/>; ab 2008 GWK.

DPG: ‘Deutsche Physikalische Gesellschaft’, Physikalische Fachgesellschaft in Deutschland, <http://dpg-physik.de>.

Épistémologie: ‘Synonym für Erkenntnistheorie’, Teilgebiet der Philosophie; befasst sich mit Fragen zu den Bedingungen für die Gewinnung von Erkenntnis und das Zustandekommen von Wissen.

G8: ‘Achtjähriges Gymnasium (verkürzter Bildungsgang)’.

G9: ‘Neunjähriges Gymnasium’.

GK: ‘Grundkurs’, einfaches Anforderungsniveau in der Sek II.

GWK: ‘Gemeinsame Wissenschaftskonferenz’, des Bundes und der Länder, seit 2008 <http://www.gwk-bonn.de/>; vorher BLK.

IPN: ‘Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften’, Leibniz-Institut an der Universität Kiel.

IQB: ‘Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen’, ist eine wissenschaftliche Einrichtung der Länder an der Humboldt-Universität zu Berlin, das die Länder in der Bundesrepublik Deutschland bei der Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung im allgemeinbildenden Schulsystem unterstützt, <https://www.iqb.hu-berlin.de/>.

IT: ‘Informationstechnik’, englisch: Information Technology.

Jg.: ‘Jahrgang’, auch Jahrgangsstufe.

Jgg.: ‘Jahrgänge’, auch Jahrgangsstufen.

KFP: ‘Konferenz der Fachbereiche Physik’, Die Konferenz der Fachbereiche Physik ist die Vereinigung der physikalischen Fachbereiche und Abteilungen der Universitäten und wissenschaftlichen Hochschulen, die der Hochschulrektorenkonferenz angehören, <http://www.kfp-physik.de/index.html>.

KMK: ‘Kultusministerkonferenz’, oder etwas genauer: Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland, mit Sitz in Berlin und Bonn, <http://www.kmk.org/>.

kumulativ: ‘man unterscheidet kumulatives und additives lernen’, beim kumulativen Lernen wird an vorhandenes Vorwissen angeknüpft und damit ein auf Zusammenhänge basierendes, vertieftes Verständnis erreicht; beim additiven Lernen werden solche Zusammenhänge nicht genutzt, es wird „Inselwissen“ gesammelt.

LK: ‘Leistungskurs’, erhöhtes Anforderungsniveau in der [Sek II](#).

MINT: ‘Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik’, im deutschen Sprachraum übliche Abkürzung für diese Fächer, insbes. im Kontext Erziehung; im Angelsächsischen Sprachraum: Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) education.

MSA: ‘Mittlerer Schulabschluss’, in der Regel nach 10 Schuljahren am Ende der [Sek I](#).

NOS: ‘Nature of Science’, Natur der Naturwissenschaft – Wissen über die Naturwissenschaften, siehe [Thema NOS in Kap. 4.2](#) des Hauptdokuments und [Anhang G.2](#).

nWStd: ‘Nominale Zahl der Wochenstunden’, Unterrichtsstunden Physik pro Woche, ggf. summiert über die Schuljahre in der [Sek I](#) bzw. [Sek II](#) – laut Stundentafeln der Schulverwaltungen in den Ländern (s. [Anhang A](#)).

OECD: ‘The Organisation for Economic Co-operation and Development’, fördert politische Strategien, welche die „ökonomische und soziale Wohlfahrt der Menschen auf der gesamten Welt verbessern“; <http://www.oecd.org>.

PISA: ‘Programme for International Student Assessment’, Schulstudien der [OECD](#); <http://www.oecd.org/berlin/themen/pisa-internationaleschulleistungsstudiederoecd.htm>.

Sek I: ‘Sekundarstufe I’, in dieser Studie zählen wir dazu die [Jgg. 5 bis 10](#), die (zumindest teilweise) in einer weiterführenden Schule durchlaufen werden; je nach Bundesland und Schulform, können die [Jgg. 5 und 6](#) auch in der Grundschule angesiedelt sein; [Jg. 10](#) wird bei G8 in den meisten Bundesländern formell zur [Sek II](#) gerechnet; der Mittlere Schulabschluss ([MSA](#)) bzw. Realschulabschluss o.ä. wird in allen Ländern erst am Ende von [Jg. 10](#) erreicht.

Sek II: ‘Sekundarstufe II, z.T. auch gymnasiale Oberstufe genannt’, in dieser Studie zählen wir dazu einheitlich die [Jgg. 11 bis 12](#), obwohl bei G8 der [Jgg. 10](#) formell meist bereits zur [Sek II](#) gerechnet wird.

Quellenverzeichnis

ACARA: 2012. ‘The Australian Curriculum – Science’, Sidney: Australian Curriculum Assessment and Reporting Authority. <http://www.australiancurriculum.edu.au/science/the-overarching-ideas>.

BADEN-WÜRTTEMBERG: 2001. 'Abiturverordnung der Gymnasien der Normalform', Stuttgart: Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg. <http://www.landesrecht-bw.de/jportal/?quelle=jlink&query=GymAbiPrV+BW&psml=bsbawueprod.psml&max=true&aiz=true>, letzter Zugriff: 21.11.2013; 11:30 Uhr.

BADEN-WÜRTTEMBERG: 2004a. 'Bildungsplan 2004 – Kontingentstundentafel für die Klassen 5 bis 10 der Gymnasien der Normalform', Stuttgart: Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg. http://www.bildung-staerkt-menschen.de/service/downloads/kontingent/Gym_Kontingentstundentafel.pdf, letzter Zugriff: 22.01.2014; 11:57 Uhr.

BADEN-WÜRTTEMBERG: 2004b. 'Bildungsplan 2004 - Kontingentstundentafeln für die Realschule', Stuttgart: Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg. http://www.bildung-staerkt-menschen.de/service/downloads/kontingent/RS_Kontingentstundentafel.pdf, letzter Zugriff: 22.01.2014; 11:55 Uhr.

BADEN-WÜRTTEMBERG: 2004c. 'Bildungsplan 2004. Allgemein bildendes Gymnasium', Stuttgart: Ministerium für Kultus, Jugend und Sport des Landes Baden-Württemberg. http://www.bildung-staerkt-menschen.de/service/downloads/Bildungsplaene/Gymnasium/Gymnasium_Bildungsplan_Gesamt.pdf, letzter Zugriff: 06.02.2014; 10:05 Uhr.

BADEN-WÜRTTEMBERG: 2012. 'Bildungsplan 2012 - Kontingentstundentafel für die Werkrealschule', Stuttgart: Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg. http://www.bildung-staerkt-menschen.de/service/downloads/kontingent/WRS_2012_Kontingentstundentafel.pdf, letzter Zugriff: 22.01.2014; 11:59 Uhr.

BADEN-WÜRTTEMBERG: 2015a. 'Bildungsplan 2016. Allgemein bildende Schulen. Sekundarstufe I. Anhörungsfassung. Biologie, Naturphänomene und Technik (BNT)', Stuttgart: Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg. http://www.bildungsplaene-bw.de/site/bildungsplan/get/documents/lsbw/export-pdf/a/sek1/BNT/bildungsplan_a_sek1_BNT.pdf, letzter Zugriff: 17.09.2015.

BADEN-WÜRTTEMBERG: 2015b. 'Bildungsplan 2016. Allgemein bildende Schulen. Sekundarstufe I. Anhörungsfassung. Physik', Stuttgart: Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg. http://www.bildungsplaene-bw.de/site/bildungsplan/get/documents/lsbw/export-pdf/a/sek1/PH/bildungsplan_a_sek1_PH.pdf, letzter Zugriff: 17.09.2015.

BADEN-WÜRTTEMBERG: Jahr unbek. 'Abitur und Oberstufe', Stuttgart: Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg. <http://>

[//www.kultusportal-bw.de/,Lde/Startseite/schulebw/Abitur+und+Oberstufe](http://www.kultusportal-bw.de/,Lde/Startseite/schulebw/Abitur+und+Oberstufe), letzter Zugriff: 25.06.2015.

BAYERN: 2004a. 'Lehrplan für das Gymnasium in Bayern – 10 Physik', München: Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München. <http://www.isb-gym8-lehrplan.de/contentserv/3.1.1.neu/g8.de/index.php?StoryID=26439>, letzter Zugriff: 31.03.2014.

BAYERN: 2004b. 'Lehrplan für das Gymnasium in Bayern – 11/12 Physik', München: Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München. <http://www.isb-gym8-lehrplan.de/contentserv/3.1.1.neu/g8.de/index.php?StoryID=27147>, letzter Zugriff: 31.03.2014.

BAYERN: 2004c. 'Lehrplan für das Gymnasium in Bayern – 5 Natur und Technik', München: Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München. <http://www.isb-gym8-lehrplan.de/contentserv/3.1.1.neu/g8.de/index.php?StoryID=26436>, letzter Zugriff: 29.03.2014.

BAYERN: 2004d. 'Lehrplan für das Gymnasium in Bayern – 7 Natur und Technik', München: Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München. <http://www.isb-gym8-lehrplan.de/contentserv/3.1.1.neu/g8.de/index.php?StoryID=26436>, letzter Zugriff: 30.08.2015.

BAYERN: 2004e. 'Lehrplan für das Gymnasium in Bayern – 8 Physik', München: Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München. <http://www.isb-gym8-lehrplan.de/contentserv/3.1.1.neu/g8.de/index.php?StoryID=26437>, letzter Zugriff: 29.03.2014.

BAYERN: 2004f. 'Lehrplan für das Gymnasium in Bayern – 9 Physik', München: Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München. <http://www.isb-gym8-lehrplan.de/contentserv/3.1.1.neu/g8.de/index.php?StoryID=26438>, letzter Zugriff: 31.03.2014.

BAYERN: 2004g. 'Lehrplan für das Gymnasium in Bayern – III Jahrgangsstufen-Lehrplan', München: Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München. <http://www.isb-gym8-lehrplan.de/contentserv/3.1.1.neu/g8.de/index.php?StoryID=26172>, letzter Zugriff: 29.03.2014.

BAYERN: 2007a. 'Schulordnung für die Gymnasien in Bayern', München: Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus. <http://www.gesetze-bayern.de/jportal/portal/page/bsbayprod.psml?showdoccase=1&doc.id=jlr-GymSchulOBY2007rahmen&doc.part=X&doc.origin=bs>, letzter Zugriff: 22.01.2014; 12:05 Uhr.

BAYERN: 2007b. 'Schulordnung für die Gymnasien in Bayern', München: Staatsregierung, Bayerische. <http://www.gesetze-bayern.de/jportal/portal/page/bsbayprod.psml;jsessionid=3B5AAD6BCF7116954B2FBC299894F157.jp20?showdoccase=1&>

st=null&doc.id=jlr-GymSchulOBY2007rahmen&doc.part=X&doc.origin=bs, letzter Zugriff: 25.06.2015.

BAYERN: 2007c. 'Schulordnung für die Realschulen', München: Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus. <http://www.gesetze-bayern.de/jportal/portal/page/bsbayprod.psml?showdoccase=1&doc.id=jlr-RSchulOBY2007rahmen&doc.part=X&doc.origin=bs>, letzter Zugriff: 22.01.2014; 12:02 Uhr.

BAYERN: 2013. 'Schulordnung für die Mittelschulen in Bayern', München: Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus. <http://www.gesetze-bayern.de/jportal/portal/page/bsbayprod.psml?showdoccase=1&st=lr&doc.id=jlr-MSchulOBYrahmen&doc.part=X&doc.origin=bs>, letzter Zugriff: 22.01.2014; 12:00 Uhr.

BERLIN: 2006a. 'Rahmenlehrplan. Für die gymnasiale Oberstufe. Gymnasien, Gesamtschulen mit gymnasialer Oberstufe, Berufliche Gymnasien, Kollegs. Physik', Berlin: Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport. http://www.berlin.de/imperia/md/content/sen-bildung/unterricht/lehrplaene/sek2_physik.pdf?start&ts=1394618126&file=sek2_physik.pdf, letzter Zugriff: 17.03.2014; 10:05 Uhr.

BERLIN: 2006b. 'Rahmenlehrplan für die Sekundarstufe I. Jahrgangsstufe 7-10. Hauptschule Realschule Gesamtschule Gymnasium. Physik', Berlin: Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport. http://www.berlin.de/imperia/md/content/sen-bildung/schulorganisation/lehrplaene/sek1_physik.pdf?start&ts=1150101938&file=sek1_physik.pdf, letzter Zugriff: 06.02.2014; 10:30 Uhr.

BERLIN: 2006c. 'Rahmenlehrplan Grundschule. Naturwissenschaften', Berlin: Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport. http://www.berlin.de/imperia/md/content/sen-bildung/schulorganisation/lehrplaene/gr_natur.pdf?start&ts=1157974605&file=gr_natur.pdf, letzter Zugriff: 06.02.2014; 10:30 Uhr.

BERLIN: 2010a. 'Verordnung über den Bildungsgang der Grundschule', Berlin: Senatverwaltung für Bildung, Jugend und Wissenschaft. <https://www.berlin.de/imperia/md/content/sen-bildung/rechtsvorschriften/grundschulverordnung.pdf?start&ts=1285241747&file=grundschulverordnung.pdf>, letzter Zugriff: 22.01.2014; 12:09 Uhr.

BERLIN: 2010b. 'Verordnung über die Schularten und Bildungsgänge der Sekundarstufe I', Berlin: Senatverwaltung für Bildung, Jugend und Wissenschaft. http://www.berlin.de/imperia/md/content/sen-bildung/rechtsvorschriften/vo_sek_i.pdf?start&ts=

[1270040962&file=vo_sek_i.pdf](#), letzter Zugriff: 22.01.2014; 12:07 Uhr.

BERLIN: 2012. 'Die fünfte prüfungskomponente im abitur. eine handreichung', Berlin: Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Wissenschaft Berlin. http://www.berlin.de/imperia/md/content/sen-bildung/bildungswege/schulabschluesse/handreichung_5pk.pdf?start&ts=1426766554&file=handreichung_5pk.pdf, letzter Zugriff: 25.06.2015.

BERLIN: 2015. 'Gymnasiale Oberstufenverordnung', Berlin: Senatverwaltung für Bildung, Jugend und Wissenschaft. <http://gesetze.berlin.de/jportal/;jsessionid=B5283BE436C093324E09AF081D8F9FAF.jp12?quelle=jlink&query=GymOstV+BE&psml=bsbeprod.psml&max=true&aiz=true#jlr-GymOstVBE2007rahmen>, letzter Zugriff: 23.07.2015.

BLEICHROTH, W., H. DAHNCKE, W. JUNG, W. KUHN, G. MERZYN und K. WELTNER: 1999. *Fachdidaktik Physik*. Köln: Aulis-Verlag Deubner.

BRANDENBURG: 2006. 'Die fünfte Prüfungskomponente im Abitur. Eine Handreichung', Berlin: Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport Berlin. http://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/faecher/gesellschaftswissenschaften/sozialkunde/Handreichung_5PK_im_Abitur.pdf, letzter Zugriff: 25.06.2015.

BRANDENBURG: 2007. 'Verordnung über die Bildungsgänge der Sekundarstufe I', Potsdam: Ministerium für Bildung, Jugend und Sport. http://www.bravors.brandenburg.de/sixcms/detail.php?gsid=land_bb_bravors_01.c.47324.de#A1, letzter Zugriff: 22.01.2014; 12:13 Uhr.

BRANDENBURG: 2008a. 'Rahmenlehrplan für die Sekundarstufe I. Jahrgangsstufen 7-10. Physik', Potsdam: Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg. http://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/rahmenlehrplaene/sekundarstufe_I/2008/Physik-RLP_Sek.I-2008-Brandenburg.pdf, letzter Zugriff: 30.08.2015.

BRANDENBURG: 2008b. 'Rahmenlehrplan Grundschule. Naturwissenschaften', Potsdam: Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg. http://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/rahmenlehrplaene/grundschule/Naturwissenschaften-RLP_GS_2008_Brandenburg.pdf, letzter Zugriff: 30.08.2015.

BRANDENBURG: 2009. 'Gymnasiale-Oberstufe-Verordnung, GOSTV', Potsdam: Ministerium für Bildung, Jugend und Sport. http://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/schule/schulformen_und_schularten/schulformen_brandenburg/gymnasium/pdf/GOSTV_2009_21-8-09.pdf, letzter Zugriff: 21.07.2015.

BRANDENBURG: 2011. 'Vorläufiger Rahmenlehrplan. Für den Unterricht in der gymnasialen Oberstufe im Land Brandenburg', Potsdam: Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg. http://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/rahmenlehrplaene/gymnasiale_oberstufe/curricula/2011/Physik-VRLP_GOST_2011_Brandenburg.pdf, letzter Zugriff: 30.08.2015.

BRANDENBURG: 2014. 'Verordnung über den Bildungsgang in der Grundschule', Potsdam: Ministerium für Bildung, Jugend und Sport. http://bravors.brandenburg.de/verordnungen/gv_2014, letzter Zugriff: 21.07.2015.

BREMEN: 2005. 'Verordnung über die abiturprüfung im land bremen', Bremen: Senat für Bildung und Wissenschaft. <http://kursnetfinden.arbeitsagentur.de/kurs/regelungen/102.pdf>, letzter Zugriff: 25.06.2015.

BREMEN: 2006. 'Naturwissenschaften, Biologie - Chemie - Physik. Bildungsplan für das Gymnasium. Jahrgangsstufe 5-10', Bremen: Senator für Bildung und Wissenschaft. http://www.lis.bremen.de/sixcms/media.php/13/06-12-06_nat_gy.pdf, letzter Zugriff: 06.02.2014; 11:05 Uhr.

BREMEN: 2008. 'Physik - Bildungsplan für die Gymnasiale Oberstufe - Qualifikationsphase', Bremen: Senator für Bildung und Wissenschaft. http://www.lis.bremen.de/sixcms/media.php/13/PHY_GyQ_2008.pdf, letzter Zugriff: 17.03.2014; 10:00 Uhr.

BREMEN: 2013a. 'Gymnasiale Oberstufe - Verordnung', Bremen: Senat für Bildung und Wissenschaft. <http://bremen.beck.de/?vpath=bibdata%2Fges%2FBrGyOVO%2Fcont%2FBrGyOVO.P15.htm&mode=all>, letzter Zugriff: 21.11.2013; 11:50 Uhr.

BREMEN: 2013b. 'Verordnungen über die Sekundarstufen I der Oberschulen und des Gymnasiums', Bremen: Senat für Bildung und Wissenschaft. https://www.bildung.bremen.de/sixcms/media.php/13/Info_185-2013_a.pdf, letzter Zugriff: 21.07.2015.

BRÜCKMANN, M.: 2009. *Sachstrukturen im Physikunterricht – Ergebnisse einer Videostudie*, Bd. 94 in *Studien zum Physik- und Chemielernen*. Berlin: Logos-Verl., 291 Seiten.

DUIT, R.: 1993. 'Schülervorstellungen – von Lerndefiziten zu neuen Unterrichtsansätzen'. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, **41**, 4–10.

DUIT, R. und S. MIKELSKIS-SEIFERT, Hrsg.: 2010. *Physik im Kontext (Piko-Briefe)*. Unterricht Physik. Seelze: Friedrich Verlag, 98 Seiten. <http://www.ipn.uni-kiel.de/de/das-ipn/abteilungen/didaktik-der-physik/piko/pikobriefe032010.pdf>.

FELTEN, M.: 2011. *Auf die Lehrer kommt es an – Für eine Rückkehr der Pädagogik in die Schule*. Gütersloh: Gütersloher Verlagshaus, 2. Aufl.

FNBE: 2003. 'National Core Curriculum for Upper Secondary Schools 2003'. Helsinki: Finnish National Board of Education. http://www.oph.fi/download/47678_core_curricula_upper_secondary_education.pdf, letzter Zugriff: 29.08.2015.

FNBE: 2004. 'National Core Curriculum for Basic Education 2004'. Helsinki: Finnish National Board of Education. http://www.oph.fi/english/curricula_and_qualifications/basic_education, letzter Zugriff: 29.08.2015.

GIRWIDZ, R.: 2015. '20th International Conference on Multimedia in Physics Teaching and Learning', München: LMU. <http://www.en.didaktik.physik.uni-muenchen.de/mptl/index.html>, letzter Zugriff: 16.11.2014.

HAMBURG: 2004. 'Rahmenplan Naturwissenschaft / Technik. Bildungsplan Achtstufiges Gymnasium Sekundarstufe I', Hamburg: Behörde für Bildung und Sport. <http://www.hamburg.de/contentblob/2536366/data/naturwissenschaften-technik-gy8-sek-i.pdf>, letzter Zugriff: 06.02.2014; 11:15 Uhr.

HAMBURG: 2007. 'Verordnung zur Änderung der Verordnung über die Stundentafeln für die Sekundarstufe I', Hamburg: Behörde für Bildung und Sport. <http://www.hamburg.de/contentblob/69540/data/bbs-vo-anderung-studentafel-07-07.pdf>, letzter Zugriff: 22.01.2014; 12:21 Uhr.

HAMBURG: 2009a. 'Ausbildungs- und Prüfungsordnung zum Erwerb der allgemeinen Hochschulreife', Hamburg: Behörde für Schule und Berufsbildung. <http://www.hamburg.de/contentblob/1332736/data/bsb-apo-ah-18-03-2009.pdf>, letzter Zugriff: 21.11.2013; 11:55 Uhr.

HAMBURG: 2009b. 'Ausbildungs- und Prüfungsordnung zum Erwerb der allgemeinen Hochschulreife', Hamburg: Behörde für Schule und Berufsbildung. http://www.schulrechthamburg.de/jportal/portal/bs/18/page/sammlung.psml?pid=Dokumentanzeige&showdoccase=1&js_peid=Trefferliste&fromdoctodoc=yes&doc.id=jlr-ReifeAPOHA2008V1P8, letzter Zugriff: 25.06.2015.

HAMBURG: 2009c. ‘Rahmenplan Physik. Bildungsplan Gymnasiale Oberstufe – Physik’, Hambrurg: Behörde für Schule und Berufsbildung. <http://www.hamburg.de/contentblob/1475224/data/physik-gyo.pdf>, letzter Zugriff: 04.04.2014.

HAMBURG: 2011a. ‘Bildungsplan. Gymnasium Sekundarstufe I – Naturwissenschaften/Technik’, Hambrurg: Behörde für Schule und Berufsbildung. <http://www.hamburg.de/contentblob/2975652/data/naturw-technik-gym-seki.pdf>, letzter Zugriff: 8.9.2015.

HAMBURG: 2011b. ‘Bildungsplan. Gymnasium Sekundarstufe I – Physik’, Hambrurg: Behörde für Schule und Berufsbildung. <http://www.hamburg.de/contentblob/2373266/data/physik-gym-seki.pdf>, letzter Zugriff: 8.9.2015.

HAMBURG: 2011c. ‘Studentafeln’, Hamburg: Behörde für Schule und Berufsbildung. <http://www.hamburg.de/contentblob/3043146/data/std-tafeln-stadtteilschule-gymnasium.pdf>, letzter Zugriff: 22.01.2014; 12:19 Uhr.

HATTIE, J. A. C.: 2009. *Visible Learning: A synthesis of 800+ meta-analyses on achivement*. London, New York: Routledge.

HATTIE, J. A. C.: 2012. *Visible Learning for Teachers: Maximizing Impact on Learning*. London, New York: Routledge.

HATTIE, J. A. C.: 2013. ‘Know Thy Impact: Teaching, Learning and Leading’. In *Conversation, IV*, 2–18, Ontario, Canada. <http://www.edu.gov.on.ca/eng/policyfunding/leadership/spring2013.pdf>, letzter Zugriff: 1.12.2014.

HELLER, P. und G. STEWARD: 2010. ‘College Ready Physics Standards: A Look to the Future’, University of Minnesota. http://groups.physics.umn.edu/physed/Talks/standardsdocument10_5_2010.pdf, letzter Zugriff: 1. Nov. 2014.

HERZOG, W.: 1996. ‘Motivation und naturwissenschaftliche Bildung. Kriterien eines „mädchengerechten“ naturwissenschaftlichen Unterrichts’. *Neue Sammlung*, **36**, 61–91.

HESSEN: 2009a. ‘Die wichtigsten Bestimmungen zur Präsentationsprüfung und zur besonderen Lernleistung in der Oberstufen- und Abiturverordnung’, Wiesbaden: Hessisches Kultusministerium. http://gymnasium.bildung.hessen.de/gym_sek_ii/abitur/OAVO-5PF.html, letzter Zugriff: 25.06.2015.

HESSEN: 2009b. ‘Schülerwettbewerbe’, Wiesbaden: Hessisches Kultusministerium. http://schule.bildung.hessen.de/allgemeines/begabung/hessische_schulen/

[Schuelerwettbewerbe_Erlass_vom_16.11.2009.pdf](#), letzter Zugriff: 25.06.2015.

HESSEN: 2010. 'Lehrplan Physik. Gymnasialer Bildungsgang. Jahrgangsstufen 6G bis 9G und gymnasiale Oberstufe', Wiesbaden: Hessisches Kultusministerium. http://verwaltung.hessen.de/irj/servlet/prt/portal/prtroot/slimp.CMReader/HKM_15/HKM_Internet/med/4a1/4a1704b5-267f-121a-eb6d-f191921321b2,22222222-2222-2222-222222222222,true, letzter Zugriff: 2.04.2014.

HESSEN: 2011. 'Verordnung über die Stundentafeln für die Primarstufe und die Sekundarstufe I – Allgemein, PDF-Dokument', Wiesbaden: Hessisches Kultusministerium. http://leb-hessen.de/fileadmin/user_upload/downloads/Rechtliches/VO_ueber_die_Stundentafeln_f._die_Primarstufe_u._Sekundarstufe_I_Stand_05._Sept_2011_.pdf, letzter Zugriff: 1.4.2018.

HESSEN: 2013. 'Oberstufen- und Abiturverordnung', Wiesbaden: Hessisches Kultusministerium. http://www.fvs-fulda.de/assets/files/Oberstufe2/Oberstufen-_und_Abiturverordnung_%28OAVO%29_i._d._F._vom_04._April_2013%5B1%5D.pdf, letzter Zugriff: 21.11.2013; 12:00 Uhr.

HESSEN: 2015. 'Bildungsstandards und Inhaltsfelder. Das neue Kerncurriculum für Hessen. Sekundarstufe I - Gymnasium. Physik', Wiesbaden: Hessisches Kultusministerium. https://la.hessen.de/irj/servlet/prt/portal/prtroot/slimp.CMReader/HKM_15/LSA_Internet/med/a73/a7335d0c-f86a-821f-012f-31e2389e4818,22222222-2222-2222-2222-222222222222.

HOPF, M., H. SCHECKER und H. WIESNER, Hrsg.: 2013. *Physikdidaktik kompakt*. Aulis Verlag Deubner.

IPN: 2007. 'SINUS-Transfer – Leibniz Insitut für Pädaogik der Naturwissenschaften', Hamburg: IEA Data Processing and Research Center. <http://www.iea-dpc.de/de/studien/abgeschlossene-studien/sinus-transfer.html>.

JUNG, W.: 1986. *Alltagsvorstellungen und das Lernen von Physik und Chemie*, Bd. 34 in *Naturwissenschaften im Unterricht Physik/Chemie*. 2-6 Seiten.

KFP: 2011. 'Empfehlung der Konferenz der Fachbereiche Physik zum Umgang mit den Mathematikkenntnissen von Studienanfängern der Physik', Berlin: Konferenz der Fachbereiche Physik. <http://www.kfp-physik.de/dokument/KFP-Empfehlung-Mathematikkenntnisse.pdf>, letzter Zugriff: 9.9.2015.

KIRCHER, E., R. GIRWIDZ und P. HÄUSSLER: 2010. *Physikdidaktik – Theorie und Praxis*. Springer Lehrbuch. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.

KMK: 2004. 'Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss', Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Physik-Mittleren-SA.pdf, letzter Zugriff: 19. Okt. 2015.

KMK: 2012. 'Empfehlung zur Anerkennung und Bewertung einer auß erunterrichtlich erbrachten Lernleistung in der Sekundarstufe I (insbesondere Praktikums- und Wettbewerbsleistungen) (Beschluss der KMK vom 6. 12. 2012) ', Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2012/2012_12_06-Zertifizierung.pdf.

KMK: 2013. 'Vereinbarung zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe in der Sekundarstufe II'. http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/1972/1972_07_07-Vereinbarung-Gestaltung-Sek2.pdf.

LEDERMAN, N.: 2006. 'Nature of Science: Past, Present, and Future'. In: S. ABELL und N. LEDERMAN, Hrsg., 'Handbook of research on science education', 831–879. New York: Reprinted 2010 by Routledge.

LEIFI-PHYSIK: 2013. 'Physik', Hamburg: Joachim Herz Stiftung. <http://www.leifiphysik.de>, letzter Zugriff: 14.3.2014.

MBIE: 2015. 'Science Learning Hub', New Zealand: University of Waikato. <http://sciencelearn.org.nz/Nature-of-Science>, letzter Zugriff: 18. 5. 2015.

MECKLENBURG-VORPOMMERN: 2006. 'Kerncurriculum für die Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe. Physik', Schwerin: Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur. http://www.bildung-mv.de/export/sites/bildungsserver/downloads/unterricht/Rahmenplaene/Rahmenplaene_allgemeinbildende_Schulen/Physik/kc-physik-11-12-gym.pdf, letzter Zugriff: 17.03.2014; 10:15 Uhr.

MECKLENBURG-VORPOMMERN: 2009. 'Verordnung über die Kontingenzstundentafeln an den allgemein bildenden Schulen', Schwerin: Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur. <http://www.landesrecht-mv.de/jportal/portal/page/bsmvprod.psml?showdoccase=1&doc.id=jlr-KontASchulStTVMVrahmen&doc.part=X&doc.origin=bs&st=lr>, letzter Zugriff: 22.01.2014; 12:25 Uhr.

MECKLENBURG-VORPOMMERN: 2010. 'Rahmenplan Naturwissenschaften. Für die Jahrgangsstufen 5 und 6 an der integrierten Gesamtschule sowie an der Regionalen Schule', Schwerin: Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur.

http://www.bildung-mv.de/export/sites/bildungsserver/downloads/Naturwissenschaften_OS_5-6_2010.pdf, letzter Zugriff: 06.02.2014; 11:40 Uhr.

MECKLENBURG-VORPOMMERN: 2011. 'Lehrplan Physik. Für die Jahrgangsstufen 7 bis 10 am Gymnasium und der Integrierten Gesamtschule', Schwerin: Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur. http://www.bildungsserver-mv.de/download/rahmenplaene%5Crp_physik_7-10_Gym_2011.pdf, letzter Zugriff: 06.02.2014; 11:40 Uhr.

MECKLENBURG-VORPOMMERN: 2014. 'Verordnung zur Arbeit und zum Ablegen des Abiturs in der gymnasialen Oberstufe', Schwerin: Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur. <http://www.landesrecht-mv.de/jportal/portal/page/bsmvprod.psml?showdoccase=1&st=lr&doc.id=jlr-GymOAPVMV2014pIVZ&doc.part=X&doc.origin=bs>, letzter Zugriff: 21.7.2015.

MECKLENBURG-VORPOMMERN: Jahr unbek. '10 Fragen zum Abitur', Schwerin: Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur des Landes Mecklenburg-Vorpommern. <http://www.bildung-mv.de/schueler/schule-und-unterricht/schularten/gymnasium/page/>, letzter Zugriff: 25.06.2015.

MIKELSKIS-SEIFERT, S. und T. RABE, Hrsg.: 2007. *Physik-Methodik: Handbuch für die Sekundarstufe I und II*. Berlin: Cornelsen.

MUCKENFUSS, H.: 1995. *Lernen im sinnstiftenden Kontext: Entwurf einer zeitgemäßen Didaktik des Physikunterrichts*. Berlin: Cornelsen, 1. Aufl. 2. Druck 2006 Aufl., 358 Seiten.

MÜLLER, R.: 2007. 'Physik in interessanten Kontexten'. *piko*, 88, Kiel: Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften. <https://www.tu-braunschweig.de/Medien-DB/ifdn-physik/physik-in-interessanten-kontexten-rmueller.pdf>, letzter Zugriff: 05 Nov. 2013.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL: 2012. *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington D.C.: The National Academies Press, 385 Seiten. https://download.nap.edu/login.php?record_id=13165.

NGSS: 2013. 'Next Generation Science Standards (NGSS) for Today's Students and Tomorrow's Workforce (Second draft)', Washington: Archieve, Inc. in Zusammenarbeit mit NRC, NISTA, AAAS. <http://www.nextgenscience.org/>, letzter Zugriff: 12. Okt. 2015.

NIEDERSACHSEN: 2005. 'Verordnung über die gymnasiale Oberstufe', Hannover: Niedersächsisches Kultusministerium. <http://www.schule.de/22410/vo-go.htm>, letzter Zugriff: 8.9.2015.

NIEDERSACHSEN: 2007a. 'Kerncurriculum für das Gymnasium Schuljahrgänge 5-10. Naturwissenschaften', Hannover: Niedersächsisches Kultusministerium. http://db2.nibis.de/ldb/cuvo/datei/kc_gym_nws_07_nib.pdf, letzter Zugriff: 8.9.2015.

NIEDERSACHSEN: 2007b. 'Verordnung über die Abschlüsse in der gymnasialen Oberstufe, im Fachgymnasium, im Abendgymnasium und im Kolleg', Hannover: Niedersächsisches Kultusministerium. <http://www.schule.de/22410/avogofak.htm>, letzter Zugriff: 25.06.2015.

NIEDERSACHSEN: 2009. 'Kerncurriculum für das Gymnasium - gymnasiale Oberstufe, die Gesamtschule - gymnasiale Oberstufe, das Fachgymnasium, das Abendgymnasium, das Kolleg. Physik', Hannover: Niedersächsisches Kultusministerium. http://db2.nibis.de/ldb/cuvo/datei/kc_physik_go_i_2009.pdf, letzter Zugriff: 17.03.2014; 10:15 Uhr.

NIEDERSACHSEN: 2013a. 'Studentafel 1 Gymnasium. Anlage 1 zu Nr. 3.1 (Studentafel 1)', Hannover: Landesschulbehörde Niedersachsen. <http://www.nds-voris.de/jportal/docs/anlage/vvnd/pdf/VVND-224100-MK-20111216-KF-001-A001.pdf>, letzter Zugriff: 22.01.2014; 12:31 Uhr.

NIEDERSACHSEN: 2013b. 'Studentafel Hauptschule. Anlage zu Nr. 3 Studentafel', Hannover: Landesschulbehörde Niedersachsen. <http://www.nds-voris.de/jportal/docs/anlage/VVND/pdf/VVND-224100-01-MK-20100427-SF-A001.pdf>, letzter Zugriff: 22.01.2014; 12:27 Uhr.

NIEDERSACHSEN: 2013c. 'Studentafel Realschule. Anlage zu Nr. 3 Studentafel', Hannover: Landesschulbehörde Niedersachsen. <http://www.nds-voris.de/jportal/docs/anlage/vvnd/pdf/VVND-224100-02-MK-20100427-KF-001-A001.pdf>, letzter Zugriff: 22.01.2014; 12:29 Uhr.

NIEDERSACHSEN: 2014. 'Die Arbeit in den Schuljahrgängen 5 bis 10 der Integrierten Gesamtschule (IGS). Anlage 1 zu Nr. 3.1.1 (Studentafel)', Hannover: Landesschulbehörde Niedersachsen. http://www.schule.de/22410/34_81071.htm, letzter Zugriff: 21.07.2015.

NIEDERSACHSEN: 2015. 'Begabungs- und Talentförderung durch Wettbewerbe', Hannover: Niedersächsisches Kultusministerium. http://www.mk.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=1846&article_id=6498&psmand=8, letzter Zugriff: 25.06.2015.

NORDRHEIN-WESTFALEN: 2001. 'Die besondere Lernleistung in der gymnasialen Oberstufe', Düsseldorf: Landesinstitut für Schule und Weiterbildung. <http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/getFile.php?id=1816>, letzter Zugriff: 25.06.2015.

NORDRHEIN-WESTFALEN: 2008. 'Kernlehrplan für das Gymnasium - Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen', Düsseldorf: Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen. http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplaene/upload/lehrplaene_download/gymnasium_g8/gym8_physik.pdf, letzter Zugriff: 06.02.2014; 12:20 Uhr.

NORDRHEIN-WESTFALEN: 2012. 'Ausbildungs- und Prüfungsordnung Sekundarstufe I – APO-S I', Düsseldorf: Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen. https://www.schulministerium.nrw.de/docs/Recht/Schulrecht/APOen/HS-RS-GE-GY-SekI/APO_SI.pdf, letzter Zugriff: 20.08.2018.

NORDRHEIN-WESTFALEN: 2013a. 'Kernlehrplan für die Sekundarstufe II. Gymnasium / Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen. Physik', Düsseldorf: Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen. http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_SII/ph/GOST_Physik_Endfassung.pdf, letzter Zugriff: 17.03.2014; 10:15 Uhr.

NORDRHEIN-WESTFALEN: 2013b. 'Verordnung über den Bildungsgang und die Abiturprüfung in der gymnasialen Oberstufe (APO-GOST, Fn 18)', Düsseldorf: Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen. https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_text_anzeigen?v_id=100000000000000000186#NORM, letzter Zugriff: 20.8.2018.

OECD: 2006. 'Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A Framework for PISA', Paris: OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264026407-en>, letzter Zugriff: 6.1.2016.

OSBORNE, J., S. COLLINS, M. RATCLIFFE, R. MILLAR und R. DUSCHL: 2003. 'What „Ideas-about-Science“ Should Be Taught in School Science? A Delphi Study of the Expert Community'. *Journal of Research in Science Teaching*, **40**, 692–720.

PANT, H. A., P. STANAT, U. SCHROEDERS, A. ROPPELT, T. SIEGLE und C. PÖHLMANN: 2013. *IQB-Ländervergleich 2012. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I*. Münster: Waxmann Verlag. <https://www.iqb.hu-berlin.de/laendervergleich/laendervergleich/lv2012/Bericht.pdf>.

PISA: 2012. 'Programme for International Student Assessment', München: Zentrum für internationale Vergleichsstudien. http://zib.education/fileadmin/user_upload/PDFs/PISA/PISA_EBook_ISBN3001.pdf, letzter Zugriff: 26.07.2015.

RHEINLAND-PFALZ: 1999. 'Lehrplan Physik - Sekundarstufe II', Mainz: Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Weiterbildung Rheinland-Pfalz.

http://lehrplaene.bildung-rp.de/no-cache/lehrplaene-nach-faechern.html?tx_abdownloads_pil%5Baction%5D=getviewclickeddownload&tx_abdownloads_pil%5Buid%5D=227, letzter Zugriff: 22. April 2014.

RHEINLAND-PFALZ: 2008. 'Studentafeln für die Klassenstufen 5 bis 9/10 der Hauptschule, der Regionalen Schule, der Dualen Oberschule, der Realschule, der Integrierten Gesamtschule und des Gymnasiums', Mainz: Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Jugend und Kultur. <http://http://landesrecht.rlp.de/jportal/?quelle=jlink&docid=VVRP000000517&psml=bsrlpprod.psml#ivz2>, letzter Zugriff: 12.04.2017.

RHEINLAND-PFALZ: 2010a. 'Abiturprüfungsordnung', Mainz: Ministerium der Justiz und für Verbraucherschutz. http://www.landesrecht.rlp.de/jportal/portal/t/162c/page/bsrlpprod.psml?pid=Dokumentanzeige&showdoccase=1&js_peid=Trefferliste&documentnumber=1&numberofresults=45&fromdoctodoc=yes&doc.id=jlr-AbiPrORP2011rahmen&doc.part=X&doc.price=0.0&doc.hl=1#focuspoint, letzter Zugriff: 25.06.2015.

RHEINLAND-PFALZ: 2010b. 'Landesordnung über die gymnasiale Oberstufe', Mainz: Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Jugend und Kultur. http://gymnasium.bildung-rp.de/fileadmin/user_upload/gymnasium.bildung-rp.de/mss/MSS_LVO2010_neu_01.pdf, letzter Zugriff: 21.11.2013; 12:20 Uhr.

RHEINLAND-PFALZ: 2010c. 'Rahmenlehrplan Naturwissenschaften. Für die weiterführenden Schulen in Rheinland-Pfalz. Klassenstufen 5 und 6', Mainz: Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Weiterbildung und Kultur. http://lehrplaene.bildung-rp.de/no-cache/lehrplaene-nach-faechern.html?tx_abdownloads_pil%5Baction%5D=getviewclickeddownload&tx_abdownloads_pil%5Buid%5D=492, letzter Zugriff: 22. April 2014.

RHEINLAND-PFALZ: 2014. 'Lehrpläne für die Naturwissenschaftlichen Fächer. Für die weiterführenden Schulen in Rheinland-Pfalz. Biologie, Chemie, Physik. Klassenstufen 7 bis 9/10', Mainz: Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Weiterbildung und Kultur. http://lehrplaene.bildung-rp.de/no-cache/lehrplaene-nach-faechern.html?tx_abdownloads_pil%5Baction%5D=getviewclickeddownload&tx_abdownloads_pil%5Buid%5D=903, letzter Zugriff: 12.03.2014; 12:15 Uhr.

RICHTBERG, S., R. GIRWIDZ und L.-J. THOMS: 2013. 'Animationen und Simulationen zur Physik – Ein Überblick zu Internetquellen und Gütekriterien'. *Unterricht Physik*, **24**, 42–44.

SAARLAND: 2005. 'Achtjähriges Gymnasium. Lehrplan für das Fach Physik. Lehrplan Klassenstufe 9', Saarbrücken: Ministerium für Bildung und Kultur. http://www.saarland.de/dokumente/thema_bildung/physik9.pdf, letzter Zugriff: 06.02.2014; 12:45 Uhr.

SAARLAND: 2006. 'Achtjähriges Gymnasium. Lehrplan Physik für die Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe', Saarbrücken: Ministerium für Bildung und Kultur. http://www.saarland.de/dokumente/thema_bildung/PHEinfphFeb2006.pdf, letzter Zugriff: 06.02.2014; 12:45 Uhr.

SAARLAND: 2007. 'Schul- und Prüfungsordnung über die gymnasiale Oberstufe und die Abiturprüfung im Saarland', Saarbrücken: Ministerium für Bildung und Kultur. http://sl.juris.de/cgi-bin/landesrecht.py?d=http://sl.juris.de/sl/gesamt/OberStV_SL_2007.htm#OberStV_SL_2007_rahmen, letzter Zugriff: 21.11.2013; 12:25 Uhr.

SAARLAND: 2008. 'Gymnasiale Oberstufe (GOS). Lehrplan Physik. G-Kurs', Saarbrücken: Ministerium für Bildung, Familie, Frauen und Kultur. http://www.saarland.de/dokumente/thema_bildung/PH-GOS-270711.pdf, letzter Zugriff: 17.03.2014; 10:25 Uhr.

SAARLAND: 2010. 'Empfehlungen und Handreichungen für das Seminarfach in der Hauptphase der Gymnasialen Oberstufe Saar', Saarbrücken: Ministerium für Bildung und Kultur des Saarlands. http://www.saarland.de/dokumente/thema_bildung/HandreichungenSeminarfach.pdf, letzter Zugriff: 25.06.2015.

SAARLAND: 2012a. 'Lehrplan Naturwissenschaften. Gymnasium. Klassenstufen 5 und 6. Erprobungsphase', Saarbrücken: Ministerium für Bildung und Kultur. http://www.saarland.de/dokumente/thema_bildung/LP_NW_Gym_5_und_6_Mai_2012.pdf, letzter Zugriff: 12.03.2014; 12:45 Uhr.

SAARLAND: 2012b. 'Verordnung – Schulordnung – über den Bildungsgang und die Abschlüsse der Gemeinschaftsschule', Saarbrücken: Ministerium für Bildung und Kultur. http://sl.juris.de/cgi-bin/landesrecht.py?d=http://sl.juris.de/sl/gesamt/GemSchulV_SL_2012.htm#GemSchulV_SL_2012_P2, letzter Zugriff: 22.01.2014; 12:47 Uhr.

SAARLAND: 2012c. 'Verordnung – Schulordnung – über die Stundentafel des Gymnasiums (Klassenstufen 5-10)', Saarbrücken: Ministerium für Bildung und Kultur. http://sl.juris.de/cgi-bin/landesrecht.py?d=http://sl.juris.de/sl/gesamt/GymnSTV_SL_2010.htm, letzter Zugriff: 22.01.2014; 12:45 Uhr.

SAARLAND: 2013. 'Lehrplan Physik. Gymnasium. Klassenstufen 7 und 8', Saarbrücken: Ministerium für Bildung und Kultur. http://www.saarland.de/dokumente/thema_bildung/LP_Ph_Gym_7_und_8_Mai_2013.pdf, letzter Zugriff: 06.02.2014; 12:45 Uhr.

SACHSEN: 2008a. ‘Oberstufen- und Abiturprüfungsverordnung’, Dresden: Sächsisches Staatsministerium für Kultus. <http://kursnet-finden.arbeitsagentur.de/kurs/regelungen/317.pdf>, letzter Zugriff: 21.11.2013; 12:30 Uhr.

SACHSEN: 2008b. ‘Qualitätskriterien für die besondere lernleistung, handreichung’, Dresden: Staatsministerium für Kultus Freistaat Sachsen. http://www.ihk-praktikumsportal.de/linkableblob/da_praktikumsportal/Downloads/2515934/.8./data/Handreichung_Qualitaetskriterien_fuer_die_Besondere_Lernleistung-data.pdf, letzter Zugriff: 25.06.2015.

SACHSEN: 2011. ‘Lehrplan Gymnasium. Physik’, Dresden: Sächsisches Staatsministerium für Kultus und Sport. http://www.schule.sachsen.de/lpdb/web/downloads/lp_gy_physik_2011.pdf?v2, letzter Zugriff: 06.02.2014; 12:55 Uhr.

SACHSEN: 2013. ‘Verwaltungsvorschrift des Sächsischen Staatsministeriums für Kultus über Lehrpläne und Stundentafeln für Grundschulen, Förderschulen, Mittelschulen, Gymnasien (Sekundarstufe I), Abendmittelschulen, Abendgymnasien und Kollegs (jeweils Vorkurs und Einführungsphase) und allgemeinbildende Schulen im sorbischen Siedlungsgebiet im Freistaat Sachsen (VwV Stundentafeln). Anlage 3a (Mittelschule), Anlage 4a (Gymnasium)’, Dresden: Sächsisches Staatsministerium für Kultus und Sport. <http://www.revosax.sachsen.de/GetXHTML.do?sid=4336715909433>, letzter Zugriff: 22.01.2014; 12:49 Uhr.

SACHSEN-ANHALT: 2003. ‘Rahmenrichtlinien Gymnasium Physik. Schuljahrgänge 6-12’, Magdeburg: Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt. http://www.bildung-lsa.de/pool/RRL_Lehrplaene/physgyma.pdf, letzter Zugriff: 06.02.2014; 13:10 Uhr.

SACHSEN-ANHALT: 2005. ‘Schule und Unterricht in Sachsen-Anhalt. Bilanz und Ausblick’, Magdeburg: Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt. http://www.mk-bereich.sachsen-anhalt.de/presse/publikationen/2005/schule_bilanz_ausblick.pdf, letzter Zugriff: 22.01.2014; 12:51 Uhr.

SACHSEN-ANHALT: 2013. ‘Verordnung ueber die gymnasiale Oberstufe’, Magdeburg: Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt. <http://www.landesrecht.sachsen-anhalt.de/jportal/?quelle=jlink&query=OberStV+ST&psml=bssahprod.psml&max=true&aiz=true>, letzter Zugriff: 21.07.2015.

SCHECKER, H. und E. KLIEME: 2001. ‘Mehr Denken, weniger Rechnen: Konsequenzen aus der internationalen Vergleichsstudie TIMSS für den Physikunterricht’. *Physik Journal*, **57**, 113–117.

SCHLESWIG-HOLSTEIN: 2000. 'Erläuterungen zur besonderen Lernleistung', Kiel: Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Schleswig-Holstein. http://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/S/schulsystem/Downloads/BesondereLernleistung.pdf?__blob=publicationFile&v=1http://www.gesetze-rechtsprechung.sh.juris.de/jportal/portal/t/y7z/page/bsshoprod.psml/action/portlets.jw.MainAction;jsessionId=693E5BA2B38222945B57D669AC1D3C5E.jp21?p1=y&eventSubmit_doNavigate=searchInSubtreeTOC&showdoccase=1&doc.hl=0&doc.id=jlr-BBiSchPrVSH2012pP29&doc.part=S&toc.poskey=#focuspoint, letzter Zugriff: 25.06.2015.

SCHLESWIG-HOLSTEIN: 2002. 'Lehrplan für die Sekundarstufe II. Gymnasium, Gesamtschule. Physik', Kiel: Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Schleswig-Holstein. <http://lehrplan.lernnetz.de/index.php?wahl=6>, letzter Zugriff: 9.05.2014.

SCHLESWIG-HOLSTEIN: 2007. 'Landesordnung über die Gestaltung der Oberstufe und der Abiturprüfung in den Gymnasien und Gemeinschaftsschulen', Kiel: Ministerium für Bildung und Wissenschaft. <http://www.gesetze-rechtsprechung.sh.juris.de/jportal/?quelle=jlink&query=GymOAbiPrO+SH&psml=bsshoprod.psml&max=true&aiz=true>, letzter Zugriff: 21.11.2013; 12:40 Uhr.

SCHLESWIG-HOLSTEIN: 2013a. 'Kontingentsstudentafeln für die Grundschule, für die Regionalschule, für die Gemeinschaftsschule und für das Gymnasium (Sekundarstufe I). Erlass vom 01. August 2011 mit der Änderung vom 12. Juni 2013', Kiel: Ministerium für Bildung und Kultur. <http://www.schulrecht-sh.de/texte/k/kontingentsstudentafel2011.htm>, letzter Zugriff: 21.07.2015.

SCHLESWIG-HOLSTEIN: 2013b. 'Lehrplan für die Sekundarstufe I der weiterführenden allgemeinbildenden Schulen. Gesamtschule. Naturwissenschaften', Kiel: Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Schleswig-Holstein. <http://lehrplan.lernnetz.de/index.php?wahl=141>, letzter Zugriff: 06.02.2014; 13:20 Uhr.

SCHLESWIG-HOLSTEIN: 2013c. 'Lehrplan für die Sekundarstufe I der weiterführenden allgemeinbildenden Schulen. Hauptschule, Realschule, Gymnasium. Physik', Kiel: Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Schleswig-Holstein. <http://lehrplan.lernnetz.de/index.php?wahl=143>, letzter Zugriff: 06.02.2014; 13:20 Uhr.

SCHWANITZ, D.: 2002. *Bildung. Alles, was man wissen muss*. München: Wilhelm Goldmann Verlag.

SCHWEIZERISCHE KONFERENZ DER KANTONALEN ERZIEHUNGSDIREKTOREN (EDK): 2011. 'Grundkompetenzen für die Naturwissenschaften'. 49 Seiten, Bern: Abteilung Kommunikation des Generalsekretariates der Schweizerischen Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (EDK). http://edudoc.ch/record/96787/files/grundkomp_nawi_d.pdf, letzter Zugriff: 29.11.2014.

SKOLVERKET: 2011. 'Kursplan - Fysik ', Stockholm. <http://www.skolverket.se/laroplaner-amnen-och-kurser/grundskoleutbildning/grundskola/fysik>, letzter Zugriff: 29.11.2014.

SPIEGEL-ONLINE: 2013. 'Mathe- und Naturwissenschafts-Test: Wo steht mein Land? Nach IQB Ländervergleich 2012.', Hamburg: SPIEGELnet GmbH. <http://www.spiegel.de/schulspiegel/laendervergleich-mathematik-und-naturwissenschaften-nach-bundeslaendern-a-927282.html>, letzter Zugriff: 9.1.2016.

THÜRINGEN: 2009. 'Oberstufen- und Abiturverordnung', Erfurt: Thüringer Ministerium für Bildung, Jugend und Sport. http://www.redworks.info/BRECHTSCHULE/DOWNLOAD_SCHULEITUNG/2013/OAVO_2013.pdf.

THÜRINGEN: 2011. 'Thüringer Schulordnung', Erfurt: Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur. <http://www.thueringen.de/de/publikationen/pic/pubdownload1245.pdf>, letzter Zugriff: 22.01.2014.

THÜRINGEN: 2012. 'Lehrplan für den Erwerb der allgemeinen Hochschulreife. Physik', Erfurt: Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur. <https://www.schulportal-thueringen.de/media/detail?tspi=2280>, letzter Zugriff: 30.08.2015.

THÜRINGEN: 2015. 'Lehrplan für das Gymnasium. Mensch - Natur - Technik (MNT)', Erfurt: Thüringer Kultusministerium. <https://www.schulportal-thueringen.de/media/detail?tspi=1393>, letzter Zugriff: 21.07.2015.

WAGENSCHIN, M.: 1995. *Die Pädagogische Dimension der Physik*. Aachen-Hahn: Hahner Verlagsges., 1. Neuaufl. (1. Aufl. 1962, 2. Aufl. m. kl. Erg. 1971) Aufl.

WEINERT, F.: 1998. 'Lehrerkompetenz als Schlüssel der inneren Schulreform'. In: 'Schulreport – Tatsachen und Meinungen zum Bildungspolitik in Bayern', Bd. 2/98, 24–27. München.

Studie

Die Deutsche Physikalische Gesellschaft e. V. (DPG), deren Tradition bis in das Jahr 1845 zurückreicht, ist die älteste überregionale und mit über 62.000 Mitgliedern auch größte physikalische Fachgesellschaft der Welt. Sie versteht sich als offenes Forum der Physikerinnen und Physiker und verfolgt als gemeinnütziger Verein keine wirtschaftlichen Interessen. Abiturienten und Lehrer sind in der DPG ebenso vertreten wie Studierende, Patentanwälte, Industrieforscher, Professoren und Nobelpreisträger. Weltberühmte Wissenschaftler waren zudem Präsidenten der DPG – so Max Planck und Albert Einstein.

Mit Tagungen und Workshops fördert die DPG den Gedankenaustausch innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft, physikalische Spitzenleistungen würdigt sie mit Preisen von internationaler Reputation wie der Max-Planck-Medaille für Theoretische Physik. Darüber hinaus engagiert sich die DPG auch in der politischen Diskussion. Themen wie Bildung, Forschung, Klimaschutz und Energiepolitik sind ihr dabei besonders wichtig. Sie unterstützt Schülerwettbewerbe wie das „German Young Physicists' Tournament“ und zeichnet – für herausragende Physikleistungen im Abitur – bundesweit Schülerinnen und Schüler aus.

Sitz der DPG-Geschäftsstelle ist das rheinische Bad Honnef. Hier liegt auch das „Physikzentrum“: Tagungsstätte der DPG und Treffpunkt für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus aller Welt. Seit ihrer Vereinigung mit der Physikalischen Gesellschaft der DDR im Jahre 1990 unterhält die DPG noch ein weiteres Forum: das Berliner Magnus-Haus. Regelmäßig finden dort wissenschaftliche Gesprächsrunden und öffentliche Vorträge statt.

Die DPG macht Physik öffentlich: Mit populärwissenschaftlichen Publikationen und öffentlichen Veranstaltungen beteiligt sie sich – zusammen mit anderen Wissenschaftsorganisationen und gemeinsam mit dem Bundesministerium für Bildung und Forschung – aktiv am Dialog zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit. Denn der DPG ist eines Herzenssache: allen Neugierigen ein Fenster zur Physik zu öffnen.

Deutsche Physikalische Gesellschaft e. V.
Geschäftsstelle
Hauptstr. 5
53604 Bad Honnef
Telefon: 0 22 24 / 92 32 - 0
Fax: 0 22 24 / 92 32 - 50
E-Mail: dpg@dpg-physik.de
Internet: www.dpg-physik.de
www.weltderphysik.de